

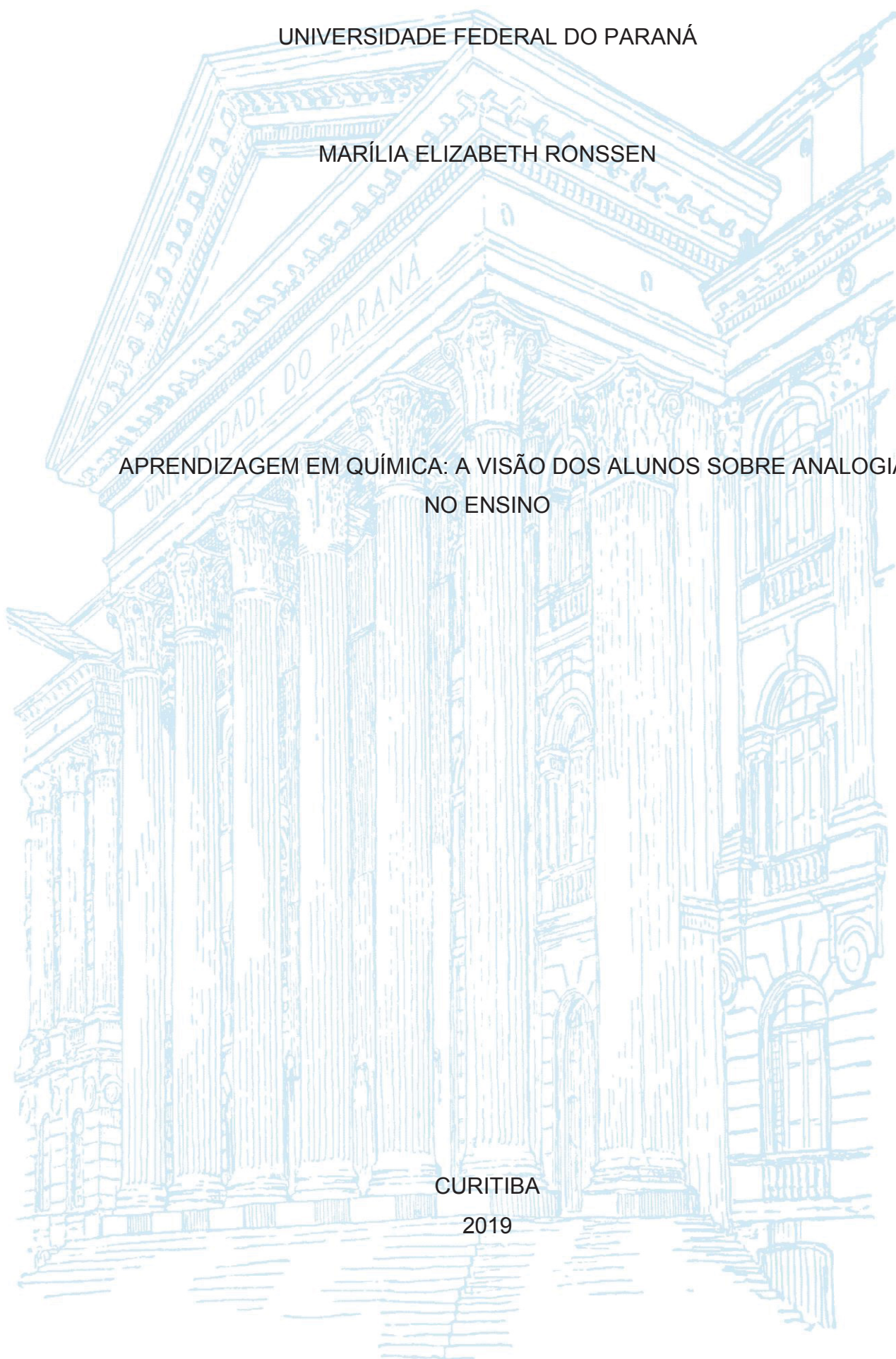
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

MARÍLIA ELIZABETH RONSEN

APRENDIZAGEM EM QUÍMICA: A VISÃO DOS ALUNOS SOBRE ANALOGIAS  
NO ENSINO

CURITIBA

2019



MARÍLIA ELIZABETH RONSSEN

APRENDIZAGEM EM QUÍMICA: A VISÃO DOS ALUNOS SOBRE ANALOGIAS  
NO ENSINO

Dissertação apresentada ao curso de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional - PROFQUI, Setor de Ciências Exatas, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Química.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Regina Maria Queiroz de Mello

CURITIBA

2019

Catálogo na Fonte: Sistema de Bibliotecas, UFPR  
Biblioteca de Ciência e Tecnologia

R774a

Ronssen, Marília Elizabeth

Aprendizagem em química: a visão dos alunos sobre analogias no ensino [recurso eletrônico] / Marília Elizabeth Ronssen. – Curitiba, 2019.

Dissertação - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação em Química em Rede Nacional -PROFQUI, 2019.

Orientador: Regina Maria Queiroz de Mello .

1. Química – Estudo e ensino. 2. Química (Ensino médio). 3. Livros didáticos – Avaliação - Brasil. I. Universidade Federal do Paraná. II. Mello, Regina Maria Queiroz de. III. Título.

CDD: 540.7

Bibliotecário: Elias Barbosa da Silva CRB-9/1894



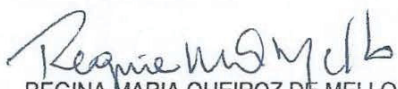
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SETOR DE CIÊNCIAS EXATAS  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO QUÍMICA EM REDE  
NACIONAL - 31001017169P2

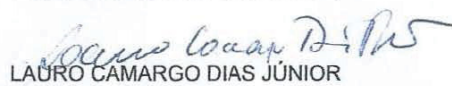
## TERMO DE APROVAÇÃO


Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em QUÍMICA EM REDE NACIONAL da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado Profissional de **MARILIA ELIZABETH RONSEN**, intitulada: **APRENDIZAGEM EM QUÍMICA: A VISÃO DOS ALUNOS SOBRE ANALOGIAS NO ENSINO**, sob orientação da Profa. Dra. REGINA MARIA QUEIROZ DE MELLO, após terem inquirido a aluna e realizado a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de Mestre está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

Curitiba, 30 de Setembro de 2019.

  
REGINA MARIA QUEIROZ DE MELLO  
Presidente da Banca Examinadora

  
LAURO CAMARGO DIAS JÚNIOR  
Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO  
PARANÁ)

  
CARLOS MARCUS GOMES DA SILVA CRUZ  
Avaliador Externo (UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA  
FEDERAL DO PARANÁ)



Dedico ao mundo, por mudar as  
coisas, por nunca fazê-las da mesma forma, por constantemente nos pôr à prova  
e à minha amada Alice que faz o meu mundo melhor.

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus.

À minha amada filha Alice

À minha família.

À professora orientadora, Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Regina Maria Queiroz de Mello agradeço pela confiança, dedicação e amizade.

A todos os professores, agradeço pela paciência e disponibilidade.

À banca composta pelos professores Carlos Marcus Gomes da Silva Cruz e Lauro Camargo Dias Júnior pela disponibilidade em participar e contribuir com o trabalho.

À professora Thielle da Escola Estadual do Paraná que disponibilizou tempo para aplicação dos questionários e incentivou que seus alunos participassem dos mesmos.

Aos colegas de turma, pela convivência e diversões durante a realização deste estudo e todo o curso.

À minha amiga Danielle Ramos, por me ajudar a organizar meus armários e minha vida.

E a todos meus verdadeiros amigos, que muito me incentivaram e colaboraram, gostaria de externar meu afeto e agradecimento.

A tarefa não é tanto ver aquilo que ninguém viu, mas pensar o que ninguém ainda pensou sobre aquilo que todo mundo vê.” (ARTHUR SCHOPENHAUER, 2010)

## RESUMO

O presente trabalho teve por objetivo geral responder o seguinte questionamento: “Quais as contribuições do uso de analogias no ensino de química na visão de alunos do ensino médio?”. Para tal foram desenvolvidas três analogias sobre os temas: (i) Condições para ocorrência de uma reação química, (ii) Uso do diagrama de Linus Pauling e (iii) Gráficos de cinética das reações. Com a análise estatística, foi possível responder de modo imparcial e com fundamentação científica a essa pergunta. O estudo foi realizado com três turmas do 3º ano do ensino médio do Colégio Estadual do Paraná, na cidade de Curitiba. Os dados foram obtidos através de questionários e as analogias foram apresentadas de forma impressa. Para obter um contraponto os alunos também responderam questionários sobre textos dos mesmos temas das analogias oriundos de livros didáticos, todos de forma impressa. Os testes estatísticos realizados foram: estatística inferencial pelos métodos de estimação e teste de hipóteses para as questões objetivas, técnica de *text mining* (mineração de texto) e análise de sentimento das respostas. Os principais resultados apontam que na visão dos alunos as analogias são recursos importantes como facilitadores na compreensão de conteúdos e como ponte para transpor obstáculos na aprendizagem, além de aproximarem a química do cotidiano.

Palavras chaves: Analogias. Ensino de química. Ensino médio.



## ABSTRACT

The present work aimed to answer the following question: "What are the contributions of the use of analogies in teaching chemistry in the view of high school students?". To this end, three analogies were developed: (i) Conditions for the occurrence of a chemical reaction, (ii) Use of the Linus Pauling diagram and (iii) Kinetic reaction graphs. With statistical analysis, it was possible to answer this question impartially and scientifically. The study was conducted with three classes of the third year of high school of the Colégio Estadual do Paraná (State College of Paraná), in the city of Curitiba. Data was obtained through questionnaires and analogies were presented in printed form. To obtain a counterpoint the students also answered questionnaires about texts of the same themes of the analogies coming from textbooks, all in printed form. The statistical tests performed were: inferential statistics by the estimation and hypothesis testing methods for the objective questions and text-mining technique and sentiment analysis of the answers. The main results indicate that in the students' view analogies are important resources as facilitators in the comprehension of contents and as a bridge to overcome learning obstacles, in addition to bringing chemistry closer to daily life.

Keywords: Analogies. Chemistry teaching. High school.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – ESTRUTURA EXTERNA DE UMA ANALOGIA.....	29
FIGURA 2 - ESTRUTURA ANALOGIA SISTEMA SOLAR-ÁTOMO .....	30
FIGURA 3 - RESPOSTAS AGRUPADAS DAS QUESTÕES 1,3,4,5,6 E 8 DOS QUESTIONÁRIOS 1.0, 3.0 E 6.0. ....	41
FIGURA 4 - RESULTADOS DA QUESTÃO 1.2 DO QUESTIONÁRIO 1.0 .....	44
FIGURA 5 - RESULTADOS DA QUESTÃO 1.7- QUESTIONÁRIO 1.0 .....	44
FIGURA 6 - RESULTADOS DA QUESTÃO 1.9- QUESTIONÁRIO 1.0 .....	45
FIGURA 7 - OPINIÃO FAVORÁVEL DE TRÊS ALUNOS SOBRE A ANALOGIA USADA NO TEXTO.....	45
FIGURA 8 - OPINIÃO DESFAVORÁVEL DE UM ALUNO SOBRE ANALOGIAS USADAS NO TEXTO.....	46
FIGURA 9 - OPINIÃO DE UM ALUNO SOBRE ANALOGIAS USADAS NO TEXTO....	46
FIGURA 10 - EXPLICAÇÃO DE TRÊS ALUNOS SEM USAR ANALOGIAS .....	47
FIGURA 11 - EXPLICAÇÃO DE TRÊS ALUNOS COM O USO DE ANALOGIAS .....	48
FIGURA 12 - EXPLICAÇÃO DE UM ALUNO USANDO ANALOGIA DIFERENTE DA CONSTANTE NO TEXTO .....	49
FIGURA 13 - EXPLICAÇÃO CONFUSA DE CINCO ALUNOS COM O USO DE ANALOGIAS .....	50
FIGURA 14 - NUVEM DE PALAVRAS REFERENTE AO QUESTIONÁRIO 1.0.....	51
FIGURA15 A RESPOSTAS APÓS LEITURA DO TEXTO DO LIVRO DIDÁTICO.....	51
FIGURA 15 B- RESPOSTAS APÓS LEITURA DO TEXTO USANDO ANALOGIAS ....	52
FIGURA 16 – RESULTADO DA QUESTÃO 2.2 – QUESTIONÁRIO 2.0 .....	53
FIGURA 17 – RESULTADO DA QUESTÃO 2.7- QUESTIONÁRIO 2.0.....	54
FIGURA 18 – RESPOSTA DE DOIS ALUNOS SOBRE A LINGUAGEM USADA NO TEXTO DO LIVRO DIDÁTICO .....	54
FIGURA 19 – RESPOSTA DE DOIS ALUNOS QUE PREFEREM TEXTOS COM ANALOGIA OU EXEMPLOS DO COTIDIANO.....	55
FIGURA 20 – RESPOSTAS DE ALUNOS QUE JULGAM O TEXTO DE DIFÍCIL COMPREENSÃO.....	55
FIGURA 21 – RESPOSTAS CORRETAS SOBRE A OCORRÊNCIA DE REAÇÕES QUÍMICAS .....	56

FIGURA 22 – RESPOSTA DE UM ALUNO SOBRE A POSSIBILIDADE DE USAR ANALOGIAS.....	56
FIGURA 23 – EXPLICAÇÃO ERRADA DADA POR UM ALUNO .....	57
FIGURA 24 – NUVEM DE PALAVRAS REFERENTE AO QUESTIONÁRIO 2.0 .....	57
FIGURA 25 - RESULTADOS DA QUESTÃO 3.2 – QUESTIONÁRIO 3.0 .....	58
FIGURA 26 - RESULTADOS DA QUESTÃO 3.7 – QUESTIONÁRIO 3.0 .....	59
FIGURA 27 - RESULTADO DA QUESTÃO 3.9 - QUESTIONÁRIO 3.0.....	60
FIGURA 28 - OPINIÕES FAVORÁVEIS SOBRE O USO DE ANALOGIAS.....	60
FIGURA 29 - OPINIÕES COM RESSALVAS SOBRE O USO DE ANALOGIAS .....	61
FIGURA 30 - OPINIÕES DESFAVORÁVEIS SOBRE O USO DE ANALOGIAS .....	62
FIGURA 31 - EXPLICAÇÃO DADA PELOS ALUNOS USANDO ANALOGIAS .....	63
FIGURA 32 - EXPLICAÇÃO DADA POR UM ALUNO SEM O USO DE ANALOGIAS .	64
FIGURA 33 - NUVEM DE PALAVRAS REFERENTE AO QUESTIONÁRIO 3.0.....	65
FIGURA 34 - A RESPOSTAS APÓS LEITURA DA ANALOGIA.....	66
FIGURA 35- RESULTADOS QUESTÃO 4.2 – QUESTIONÁRIO 4.0 .....	67
FIGURA 36 - RESULTADOS QUESTÃO 4.7- QUESTIONÁRIO 4.0 .....	68
FIGURA 37 - OPINIÃO FAVORÁVEL DOS ALUNOS SOBRE A LINGUAGEM USADA NO TEXTO.....	68
FIGURA 38 - OPINIÃO COM RESSALVAS DOS ALUNOS SOBRE A LINGUAGEM USADA NO TEXTO .....	69
FIGURA 39- OPINIÃO DESFAVORÁVEL DOS ALUNOS SOBRE A LINGUAGEM USADA NO TEXTO.....	69
FIGURA 40 - EXPLICAÇÃO TRADICIONAL DADA PELOS ALUNOS .....	70
FIGURA 41 – EXPLICAÇÃO USANDO ANALOGIA DADA POR UM ALUNO.....	70
FIGURA 42 - EXPLICAÇÕES CONTENDO ERROS CONCEITUAIS DADAS PELOS ALUNOS. ....	71
FIGURA 43 - NUVEM DE PALAVRAS REFERENTE AO QUESTIONÁRIO 4.0.....	72
FIGURA 44 – RESULTADOS DA QUESTÃO 5.2 – QUESTIONÁRIO 5.0.....	73
FIGURA 45 – RESULTADO DA QUESTÃO 5.9 – QUESTIONÁRIO 5.0 .....	74
FIGURA 46 - OPINIÃO DE QUE A LINGUAGEM UTILIZADA É DE FÁCIL ENTENDIMENTO .....	74
FIGURA 47 - OPINIÃO DE QUE A LINGUAGEM UTILIZADA É DE DIFÍCIL ENTENDIMENTO .....	75
FIGURA 48 - EXEMPLO DE EXPLICAÇÃO CORRETA DADA PELOS ALUNOS. ....	76

FIGURA 49 - EXEMPLO DE EXPLICAÇÃO ERRADA DADA PELOS ALUNOS .....	77
FIGURA 50 - NUVEM DE PALAVRAS REFERENTE AO QUESTIONÁRIO 5.0.....	78
FIGURA 51-A RESPOSTAS APÓS LEITURA DA ANALOGIA.....	79
FIGURA 52 - RESULTADOS DA QUESTÃO 6.2 - QUESTIONÁRIO 6.0 .....	80
FIGURA 53 - RESULTADOS DA QUESTÃO 6.2 - QUESTIONÁRIO 6.0 .....	80
FIGURA 54 - RESULTADO DA QUESTÃO 6.9 – QUESTIONÁRIO 6.0.....	81
FIGURA 55 - OPINIÃO DESFAVORÁVEL DOS ALUNOS SOBRE A ANALOGIA USADA .....	82
FIGURA 56 - OPINIÃO FAVORÁVEL DOS ALUNOS SOBRE A ANALOGIA USADA .	82
FIGURA 57 - EXPLICAÇÃO DADA PELOS ALUNOS USANDO ANALOGIA.....	83
FIGURA 58 - EXPLICAÇÃO ERRADA DADA PELOS ALUNOS SEM O USO DE ANALOGIAS .....	85
FIGURA 59 - NUVEM DE PALAVRAS REFERENTE AO QUESTIONÁRIO 6.0.....	86
FIGURA 60 - RESPOSTAS DAS QUESTÕES AGRUPADAS 1, 3, 4, 5 E 6 QUESTIONÁRIOS 2.0,4.0 E 5.0 .....	87
FIGURA 61 - ANÁLISE DE SENTIMENTO GERAL DO QUESTIONÁRIO 1.0 .....	88
FIGURA 62 - ANÁLISE DE SENTIMENTO DAS 10 PALAVRAS MAIS USADAS NAS RESPOSTAS DAS QUESTÕES ABERTAS DO QUESTIONÁRIO 1.0.....	89
FIGURA 63 - ANÁLISE DE SENTIMENTO GERAL DO QUESTIONÁRIO 2.0 .....	89
FIGURA 64 - ANÁLISE DE SENTIMENTO DAS 10 PALAVRAS MAIS USADAS NAS RESPOSTAS DAS QUESTÕES ABERTAS DO QUESTIONÁRIO 2.0.....	90
FIGURA 65 – ANÁLISE DE SENTIMENTO GERAL DO QUESTIONÁRIO 3.0 .....	91
FIGURA 66 - ANÁLISE DE SENTIMENTO DAS 10 PALAVRAS MAIS USADAS NAS RESPOSTAS DAS QUESTÕES ABERTAS DO QUESTIONÁRIO 3.0.....	91
FIGURA 67 – ANÁLISE DE SENTIMENTO GERAL DO QUESTIONÁRIO 4.0 .....	92
FIGURA 68 – ANÁLISE DE SENTIMENTO DAS 10 PALAVRAS MAIS USADAS NAS RESPOSTAS DAS QUESTÕES ABERTAS DO QUESTIONÁRIO 4.0.....	93
FIGURA 69 – ANÁLISE DE SENTIMENTO GERAL DO QUESTIONÁRIO 5.0 .....	93
FIGURA 70 - ANÁLISE DE SENTIMENTO DAS 10 PALAVRAS MAIS USADAS NAS RESPOSTAS DAS QUESTÕES ABERTAS DO QUESTIONÁRIO 5.0.....	94
FIGURA 71 – ANÁLISE DE SENTIMENTO GERAL DO QUESTIONÁRIO 6.0 .....	95
FIGURA 72 - ANÁLISE DE SENTIMENTO DAS 10 PALAVRAS MAIS USADAS NAS RESPOSTAS DAS QUESTÕES ABERTAS DO QUESTIONÁRIO 6.0.....	95



## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - ANALOGIAS E CONCEITO ALVO .....	35
TABELA 2 - ESQUEMA DA METODOLOGIA DE APLICAÇÃO DE QUESTIONÁRIOS REFERENTES AO USO DE ANALOGIA. ....	39
TABELA 3 - QUANTIDADE E PORCENTAGEM DE TIPOS DE RESPOSTAS NOS QUESTIONÁRIOS .....	43
TABELA 4 - COMPARATIVO DE RESULTADOS ESTATÍSTICOS.....	96

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>O USO DE ANALOGIAS NO ENSINO DE CIÊNCIAS: FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....</b>	<b>17</b>
1.1	DEFINIÇÃO DE ANALOGIA .....	17
1.2	DIFERENÇAS ENTRE: METÁFORA, EXEMPLO E MODELO .....	21
1.2.1	Metáfora .....	21
1.2.2	Exemplo .....	23
1.2.3	Modelo .....	24
<b>2</b>	<b>POTENCIAIS E LIMITES NO USO DE ANALOGIAS .....</b>	<b>25</b>
2.1	TIPO DE CLASSIFICAÇÕES PARA AS ANALOGIAS.....	25
2.2	ANALOGIAS COMO FACILITADORAS DA APRENDIZAGEM .....	28
2.3	ANALOGIAS NO ENSINO DE QUÍMICA.....	30
2.4	ANALOGIAS NOS LIVROS DIDÁTICOS DE QUÍMICA.....	33
2.5	LIMITAÇÕES E OBSTÁCULOS NO USO DE ANALOGIAS .....	36
<b>3</b>	<b>PERCURSO METODOLÓGICO.....</b>	<b>38</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>41</b>
4.1	RESULTADOS AGRUPADOS DOS QUESTIONÁRIOS 1.0, 3.0 E 6.0.....	41
4.2	RESULTADOS INDIVIDUAIS QUESTIONÁRIO 1.0 .....	43
4.3	RESULTADOS INDIVIDUAIS – QUESTIONÁRIO 2.0 .....	52
4.4	RESULTADOS INDIVIDUAIS DO QUESTIONÁRIO 3.0.....	58
4.5	RESULTADOS INDIVIDUAIS QUESTIONÁRIO 4.0 .....	66
4.6	RESULTADOS INDIVIDUAIS DO QUESTIONÁRIO 5.0.....	72
4.7	RESULTADOS INDIVIDUAIS QUESTIONÁRIO 6.0 .....	79
4.8	RESULTADOS AGRUPADOS DOS QUESTIONÁRIOS 2.0, 4.0 E 5.0.....	86
4.9	QUANTIFICAÇÃO DOS SENTIMENTO DAS RESPOSTAS .....	87
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>96</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>98</b>
	<b>APÊNDICE I – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO</b>	<b>104</b>
	<b>APÊNDICE II - QUESTIONÁRIOS .....</b>	<b>105</b>
	<b>APÊNDICE III - ANALOGIAS.....</b>	<b>111</b>
	<b>APÊNDICE IV - MANUAL PARA UTILIZAÇÃO DAS ANALOGIAS .....</b>	<b>114</b>
	<b>ANEXO I – CÓPIAS DOS LIVROS DIDÁTICOS .....</b>	<b>119</b>
	<b>ANEXO II – TRATAMENTO ESTATÍSTICO DOS DADOS .....</b>	<b>122</b>

## APRESENTAÇÃO

Esta dissertação de mestrado foi desenvolvida no âmbito do Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional - PROFQUI da instituição associada Universidade Federal do Paraná – UFPR, na linha de pesquisa Química Ambiental e Energia.

No âmbito das pesquisas sobre educação, independentemente do nível de ensino, ou da disciplina em que é centrada, as pesquisas sempre buscam a melhoria do ensino para os alunos, mas estes na maioria das vezes não são arrolados, como agentes efetivamente participantes e contribuintes diretos na coleta de dados.

Em se tratando de analogias no ensino no campo da ciência, como física, química e biologia, o número de trabalhos cresceu muito nos últimos anos (CARMO, 2006). Estes trabalhos, em sua maioria, enfatizam como o professor usa este recurso ou como os livros o utilizam.

Segundo Gilbert & Boutler (1995) as analogias são utilizadas como representações, no intuito de ajudar os alunos no entendimento dos conceitos que estão sendo ensinados (apud JUSTI, 2006). Neste trabalho, buscamos saber a opinião dos alunos sobre o uso de analogias no ensino de química; para isso, utilizaremos três analogias desenvolvidas ao longo da minha prática como docente no ensino médio. Estas analogias abordam 3 temas:

- Condições para ocorrência de uma reação química;
- Uso do diagrama de Linus Pauling;
- Gráficos de cinética das reações.

Para que os dados obtidos fossem relevantes e sofressem a menor interferência do pesquisador, optou-se por apresentar as analogias em forma de texto impresso aos estudantes. Para que fosse feita uma comparação entre o modo de apresentação dos conteúdos já mencionados, optou-se por utilizar como fonte de textos sem analogias, páginas de livros didáticos sobre os temas propostos.

Esta pesquisa tomou um caráter fenomenológico e por isso o recurso escolhido para coleta de dados foi o uso de questionários, para que pudéssemos fazer o levantamento das ideias dos alunos em relação às analogias e sobre o que é chamado de método tradicional de ensino, materializado aqui como textos extraídos de livros didáticos.

Nesse contexto o objetivo principal desta pesquisa foi responder o seguinte questionamento: “Quais as contribuições do uso de analogias no ensino de química na visão de alunos do ensino médio?”. Para responder a esse questionamento os objetivos específicos foram definidos como: Compreender a partir da literatura específica da área de Ensino de Ciências os princípios do uso das analogias no ensino; Estruturar na forma de texto as analogias desenvolvidas sobre os temas já citados; Aplicar e avaliar o uso das analogias elaboradas em turmas do ensino médio em um colégio público de Curitiba-PR; Analisar as contribuições do uso de analogias no ensino de química na visão dos alunos do ensino médio.

Este trabalho está estruturado em 4 capítulos. No primeiro capítulo intitulado “O uso de analogias no Ensino de Ciências: Fundamentos Teóricos”, são apresentadas as definições e diferenças de analogias de outros recursos didáticos para o ensino em geral.

No capítulo 2 intitulado “Potenciais e limites no uso de analogias”, apresentam-se como as analogias são utilizadas nos livros didáticos e no ensino de química, e são apontadas as facilidades e dificuldades no uso das mesmas. No capítulo 3 “Percurso metodológico”, apresenta-se: A natureza da pesquisa, A metodologia da pesquisa e Os sujeitos da pesquisa. No capítulo 4 apresentam-se os resultados obtidos após aplicação da metodologia.

Ao final, nas considerações, buscamos responder o objetivo geral e os específicos, levantados nessa pesquisa, e apresentar os principais aspectos apontados pelos alunos em relação às analogias testadas por eles. O produto pedagógico deste trabalho é um manual (vide apêndice IV) que auxiliará outros professores a utilizarem as analogias produzidas em suas aulas.



## 1 - O USO DE ANALOGIAS NO ENSINO DE CIÊNCIAS: FUNDAMENTOS TEÓRICOS

### 1.1 - DEFINIÇÃO DE ANALOGIA

Para o filósofo e economista britânico Stuart Mill não existe palavra usada de forma mais vaga ou com tamanha variedade de sentidos do que 'analogia' (MILL, 1961). No dicionário Michaelis *on line* temos os seguintes dizeres no verbete analogia:

Semelhança de propriedades entre coisas ou fatos.

Sua etimologia deriva da palavra grega *αναλογία* que significa proporção (HAAPARANTA, 1992). A definição clássica relaciona-se com a relação de proporcionalidade. São proporções do tipo A está para B como C para D tais que a relação entre A e B é semelhante em direção e proporção à relação entre C e D (GLYNN *et al.* 1987).

Na esfera do direito, analogia é um método de interpretação jurídica, utilizado quando, na falta de uma lei específica, a semelhança com uma situação já ocorrida leva o veredito a similaridades dos acontecimentos. Para o direito, a analogia seria assim uma forma de solucionar o problema por meio de uma identidade com outro (DIMOULIS, 2007).

Um dos mais claros exemplos do uso da analogia no direito, são as citações por jurisprudência, nesses casos o juiz será de alguma forma influenciado a decidir de acordo com o que já se decidiu, em situações anteriores. Abreu (2005) exemplifica essa situação: se um pai dá um bom presente para um filho e um não tão bom para o outro, este pode reivindicar um presente melhor apelando para o senso de justiça paterna, pedindo que sua situação seja análoga à do seu irmão.

Na biologia, em termos evolutivos, existem analogias propriamente ditas (PERELMAN; OLBRECHTS-TYTECA, 2005). Para comparar órgãos de diferentes animais ou plantas, os biólogos utilizam noções de homologia e analogia. São órgãos homólogos aqueles que têm origem embriológica e anatomia semelhante, porém executam funções diferentes (p.ex.: asas de um morcego e patas dianteiras de um urso). São órgãos análogos os que têm origem embriológica e anatomia muito distintas, mas que são usados para desempenhar a mesma função (p.ex.: asas de um pato e asas de um mosquito).

Cabe esclarecer neste momento, que o único vínculo entre analogia biológica e analogia didática/ epistemológica é etimológico. A analogia biológica se refere apenas a semelhanças de forma ou função entre órgãos de espécies diferentes e a analogia didática ou epistemológica se refere às semelhanças de estrutura presente nas ideias, conceitos ou fenômenos (RIGOLON,2008).

Na Física, é a correspondência entre fenômenos de física diferente, onde as propriedades são descritas por funções semelhantes (HOUAISS, 2001). Um exemplo disso é a invariância nos fenômenos. Segundo Holanda (2006), invariância é uma propriedade que nunca muda, indiferente do fenômeno em tese. O autor fornece, entre vários exemplos, os dois casos:

1) Os alunos que estudam física sabem muito bem que a energia total de um corpo é invariante em um sistema isolado.

2) Sete moedas estão sobre uma mesa mostrando a cara. Podem-se escolher quaisquer quatro delas e virá-las ao mesmo tempo. Podem-se obter todas as moedas mostrando a coroa?

Os dois casos citados podem ser explicados matematicamente pela expressão:

$S = a_1a_2a_3a_4 + a_2a_3a_4a_5 + \dots = 0$ , onde  $S$  é a variância (que no caso da invariância sempre é 0) e “a” representa os eventos (HOLANDA, 2006). Apesar de serem situações bem diferentes, as funções que as descrevem são análogas.

Em Linguística, analogia é o “processo de mudança que consiste na modificação de uma palavra, morfema, construção sintática, significado etc., para se enquadrar a um modelo preexistente” (HOUAISS, 2001). Em outras palavras, emprega-se à semelhança estrutural de uma palavra já conhecida. Por exemplo: a palavra “frioento” tem “or” por analogia a “calorento”; as crianças, em sua linguagem infantil, podem falar “fazeu”, do verbo fazer, por analogia a “correu” e “comeu”. Para Houaiss (2001), a analogia interfere também no processo de formação de neologismos (novas palavras), como no caso da palavra “aidético”, onde se omite o S, que faz parte da sigla AIDS, para ser análoga às palavras “diabético”, “morfético”.

Na Literatura, as analogias estabelecem-se entre textos, personagens, estilos, ideias, conceitos, autores, etc. Diz-se que certos textos constituem analogias ou são análogos de outros, por exemplo, alguns contos de Chaucer de *The Canterbury Tales* (c.1387-1400) são versões análogas de outras histórias precedentes que se encontram no *Decameron* (1351-53) de Boccaccio ou no *Confessio amantis* (c.1386-

1390) de John Gower. O raciocínio analógico é tão útil ao autor como ao leitor: ele dá a ambos a possibilidade de estabelecer semelhanças entre coisas (CEIA, 2009)

No poema “Oda a la tipografia” o escritor Pablo Neruda, usa de analogias, fazendo comparações entre letras, mastros de navio e raças de cães (lebréis).

Letras longas, severas,/ verticais,/ feitas/ de linha/ pura,/ erguidas/ como o  
mastro/ do navio/ no meio/ da página/ cheia/ de confusão e turbulência,/ Bodonis<sup>1</sup>/ algébricos,/ letras/ cabais,/ finas/ como lebréis,/ submetidas/ ao  
retângulo branco/ [...<sup>2</sup>](NERUDA, 2003, p. 171,).

Neste viés a música, também se faz do recurso analogia. A utilização também é figurada, assim como nos poemas, com a diferença que nas músicas, as analogias seguem o ritmo e a cadência dada pela parte harmônica. Em “Construção” de Chico Buarque, composta em 1971 temos vinte e quatro analogias em quarenta versos. A primeira estrofe da música ilustra o conteúdo:

Amou daquela vez como se fosse a última  
Beijou sua mulher como se fosse a última  
E cada filho seu como se fosse o único  
E atravessou a rua com seu passo tímido  
Subiu a construção como se fosse máquina  
[...]  
Sentou pra descansar como se fosse sábado  
Comeu feijão com arroz como se fosse um príncipe  
Bebeu e soluçou como se fosse um náufrago  
Dançou e gargalhou como se ouvisse música  
E tropeçou no céu como se fosse um bêbado  
E flutuou no ar como se fosse um pássaro [...].  
(BUARQUE, 1971).

Na Filosofia, a analogia tem diferentes significados de acordo com a escola filosófica e com o período histórico. Na antiga Filosofia grega, a tendência matematizante, atribuía às analogias uma identidade de relações entre pares de conceitos que não têm semelhança aparente (HOUAISS, 2001). Esse conceito é exemplificado pela frase de Platão: “a inteligência está para a opinião assim como a

---

<sup>1</sup> Bodoni é um tipo de letra (fonte) que apresenta características do estilo romano moderno, espaçamento e traçado geométrico e nítido contraste entre os traços grossos e finos.

<sup>2</sup> “Letras largas, severas,/ verticales,/ hechas/ de línea/ pura,/ erguidas/ como el mástil/ del navío/ en medio/ de la página/ llena/ de confusión y turbulencia,/ Bodonis/ algebraicos,/ letras/ cabales,/ finas/ como lebreles,/ sometidas/ al rectángulo blanco/ [...]”. (NERUDA, 2003).

ciência está para a crença”. Fica visível nesta frase relação proporcional  $A:B::C:D$ , típico do pensamento matemático.

A Filosofia moderna adotou a analogia para se realizar uma extensão ou uma generalização probabilística do conhecimento em passagens de situações facilmente verificáveis para outras de difícil constatação (HOUAISS, 2001). Esse processo cognitivo foi transportado para a ciência moderna, a fim de dar mais uma opção na elaboração de ideias e formulações de teorias.

Em retórica, as analogias são encaradas como uma similaridade de estruturas, de fórmula genérica: A está para B assim como C está para D ( $A:B::C:D$ ). Perelman e Olbrechts-Tyteca (2005) alegam que as analogias se encontram numa “proporção matemática”.

Ao analisar uma analogia conhecida de Aristóteles sob esta óptica matematicista, observam-se as seguintes relações de semelhança: “Assim como os olhos dos morcegos são ofuscados pela luz do dia, a inteligência de nossa alma é ofuscada pelas coisas mais naturalmente evidentes (PERELMAN E OLBRECHTS-TYTECA, 2002)”. A inteligência (A) está para os olhos (B) assim como as coisas evidentes (C) estão para a luz do dia (D). Neste caso, está-se relacionando um domínio abstrato (A e C) com um domínio concreto (B e D).

Como o estudo da analogia é diversificado em muitas áreas, ela pode receber outros nomes e, inclusive, constar como outras formas de raciocínio. Ballone (2003) explica que na psicologia, analogia é conhecida também como inferência. Com o uso das inferências é possível associar ideias e avaliar o comportamento dos sujeitos de acordo com outras situações conhecidas ou vivenciadas.

No âmbito dos estudos sobre ensino, há algumas divergências em relação a definição do termo. Assim temos Duit (1991) e Harrison e Treagust (1993) que compreendem analogia como uma comparação de similaridades existentes entre as estruturas de dois domínios diferentes, e por domínio compreende-se, objetos ou conceitos que estão sendo pareados.

Ainda nessa frente temos, Francisco Júnior (2009) afirmando que a analogia é uma “comparação entre dois eventos” entendidas “como um processo psicológico ou um ato de cognição humana no entendimento de um conceito por meio de outro, com o intuito de explicar aquele ainda desconhecido, por meio de outro já familiar que será adotado como referência. Curtis e Reigeluth (1984) são bastante semelhantes a essas definições; nesse sentido os pesquisadores denominam o conteúdo familiar ao



estudante por “domínio da analogia” e o conteúdo ainda desconhecido por “domínio do alvo”.

Mesmo com as divergências entre os autores, observa-se que o ponto comum é relacionar sistematicamente duas situações, uma conhecida, compreendida e de inteiro domínio por parte do aluno e outra completamente nova que busca desenvolver um processo de significação do que é ensinado.

Duarte (2005), aponta também uma diversidade terminológica relacionada à analogia, mostrando mais uma vez, uma falta de consenso existente entre diversos pesquisadores. O uso do termo alvo para o objeto desconhecido é muito usado, mas também pode ser encontrado como tópico, meta ou objeto. Já o domínio conhecido não é tão consensual sendo denominado por muitos como foro (PERELMAN; OLBRECHTS-TYTECA, 2005), base (OLIVA *et al.*, 2003), veículo (FIGUEROA; NAGEM; CARVALHO, 2003), análogo (DUI, 1991; GLYNN, 1991; THIELE; TREAGUST, 1992), entre outros.

## 1.2 - DIFERENÇAS ENTRE: METÁFORA, EXEMPLO E MODELO

### 1.2.1 - METÁFORA

Etimologicamente a palavra **metáfora** (*metapherein*), provém do grego e quer dizer "transportar" o que implica a ideia que uma metáfora carrega consigo um significado. De acordo com Houaiss (2001), trata-se da designação de um objeto ou qualidade frente a uma palavra que designa outro objeto ou qualidade que tem com o primeiro uma relação de semelhança (p.ex., ele tem uma vontade de ferro, para designar uma vontade grande como a dureza do ferro).

Para alguns estudiosos do assunto, a definição de metáfora está ligada aos aspectos cognitivos. Lakoff (1986) diz que a metáfora é naturalmente um conceito, são formas de pensar em algo de forma concreta ou abstrata. Boavetura S. Santos (1989) postula que metáforas são esquemas de interpretação e Duhl (1983) acredita que elas são a transposição de uma imagem ou associação de um estado ou área de significado para outro, destacando as semelhanças, diferenças e/ou ambiguidades.

Ainda nesta premissa, Rubano e Anderson (1988) acreditam que para desenvolver o pensamento e a linguagem, a metáfora é usada como uma forma de compreensão e de representação. Indurkha (1991) é mais enfático e afirma que as

metáforas são nosso único modo de cognição. Jean Piaget (1978) postula que o fenômeno-chave para o desenvolvimento dos processos de descentralização do conhecimento está a criação intencional e no processo espontâneo das metáforas.

Há autores que definem metáfora como um aspecto da linguagem. Entre esses, destaca-se Richards (1936) que diz que a metáfora é o princípio onipresente da língua. Para outros a definição de metáfora está ligada a aspectos de linguagem, e Smith (1988) afirma que elas são mecanismos linguísticos que usamos quando precisa-se falar de ideias que estão além do nosso alcance.

Nesta perspectiva, a metáfora em relação à linguagem literal, pode ser definida como um desvio, como uma figura de estilo do discurso na qual uma palavra ou frase é levada para outro domínio e onde os dois termos que constituem a metáfora possuem semelhanças mesmo que essa semelhança se obtenha por oposição (VERBRUGGE, 1974).

Outros autores conciliam os aspectos cognitivos com os linguísticos, como Mayer (1985). Para ele, a metáfora é um conhecimento mediado e indireto do sistema linguístico e/ou pelo sistema conceitual adquirido culturalmente. E Sergiovanni (1986) diz que: a metáfora é uma expressão linguística fixada em significados familiares e que descobre novos significados. Implica a existência de avanços conceituais de um quadro de pensamento para outro permitindo ver a vida segundo uma nova óptica.

Frequentemente, analogia e metáfora são consideradas sinônimas, entretanto, é importante entender que a metáfora é mais sintética, subjetiva e implícita e a analogia é mais sistemática, complexa, explícita e menos subjetiva (RIGOLON, 2008).

Para Duit (1991); Duarte (2005) e Bozelli e Nardi (2005) a metáfora é uma comparação implícita enquanto a analogia é uma comparação explícita e mais elaborada. Cachapuz (1989) considera que as analogias são geralmente mais exploradas do que as metáforas nos manuais escolares de Ciências, talvez por seu caráter mais estruturante.

Rigolon 2008 traz um exemplo da diferença entre metáfora e analogia:

- Metáfora: Os linfócitos são o exército do corpo humano.
- Analogia: Os linfócitos atuam (agem, funcionam ou são) como um exército no corpo humano (e, aí então, enumeram-se as similitudes).

Vale enfatizar que os linfócitos não são um exército, pois não possuem vários itens existentes num exército, como: organização espacial, material bélico, hierarquia

etc. Na metáfora, esses erros são possíveis; na analogia, a possibilidade do erro conceitual é menor, se evidenciadas as diferenças posteriormente.

Para que não haja erros conceituais, é muito importante que não se confunda metáfora com analogia, pois os possíveis erros conceituais que as metáforas podem causar, por se tratar de uma comparação implícita, são bem maiores que os possíveis erros conceituais das analogias (RIGOLON,2008).

### 1.2.2 - EXEMPLO

O exemplo é um dos recursos didáticos mais utilizados no processo de ensino-aprendizagem. Por mais que o exemplo seja muito distinto de analogia, não é difícil encontrar seu uso no lugar das mesmas. Entretanto sua função é bem diferente do que a analogia sugere, já que no caso do exemplo, este não estabelece comparações entre dois conceitos e as analogias sim (RIGOLON,2008).

Para Duit (1991) o exemplo difere-se da analogia porque não estabelece comparações entre dois conceitos, na verdade eles enquadram conceitos pertencentes a um mesmo domínio, enquanto as analogias correlacionam conceitos de domínios diferentes.

As analogias comparam parte da estrutura do análogo com parte da estrutura do tópico (conceitos ensinados) enquanto os exemplos ilustram a partir de características de situações cotidianas dos conceitos que são ensinados. Eles constituem portanto, uma verificação no ambiente dos conceitos (TREAGUST, DUIT, JOSLIN, 1992).

Observe a seguinte expressão: “O gato é um felino”. As palavras “gato” e “felino” pertencem ao mesmo domínio, logo gato é um exemplo de animal felino. Porém se usarmos o seguinte enunciado: “O gato pula como um canguru”, os vocábulos “gato” e “canguru” estão em domínios diferentes, dando uma ideia de comparação, o pulo do gato que é alvo está sendo comparado ao pulo do canguru, que neste caso é o análogo da situação em foco. (FREITAS, 2011).

Vejamos um outro exemplo:

- **Exemplo:** A maioria das flores é colorida, como as rosas.
- **Analogia:** A maioria das flores é colorida, como uma aquarela.

Identificando na situação acima que a partir do exemplo foi estabelecida uma comparação, criando assim um caso análogo. Sendo assim, entendemos que um

exemplo é um caso particular de ilustração de uma situação ou fenômeno, o que não é o caso da analogia (RIGOLON et al. 2011).

### 1.2.3 - MODELO

Para Rios (1986), um modelo é uma representação ou interpretação simplificada da realidade, ou uma interpretação de um fragmento de um sistema segundo uma estrutura de conceitos. Um modelo apresenta apenas uma visão ou cenário de um fragmento do todo. Normalmente, para estudar um determinado fenômeno complexo, criam-se vários modelos. Gilbert (1991) afirma que os modelos são sistemas de palavras, números, desenhos, programas, ações e imagens que são fundamentais para a comunicação científica. Na esfera do ensino eles podem ajudar os alunos a entender as explicações científicas daqueles fenômenos com os quais você não está familiarizado (GILBERT 1991).

Kac (1969) sugere que os modelos em Ciências são, na grande maioria, caricaturas da realidade. Os modelos ocupam uma posição intermediária entre a realidade observada e a teoria.

Para González (2002), a palavra “modelo” é usada de diferentes formas no dia a dia. Assim, modelo pode ser uma pessoa atraente, bem como uma “casa modelo” que representa o ideal a ser desejado. E no meio acadêmico seu uso e significado também é diverso.

Segundo Black (1966 *apud* GONZÁLEZ, 2002, p. 17) existem cinco classificações para os modelos:

1) **Modelos de escala ou icônicos:** são representações de objetos tridimensionais: protótipos, maquetes, bonecos, órgãos de plástico na Medicina e o modelo atômico na Química.

2) **Modelos matemáticos:** são aqueles que podem ser representados ou resumidos por uma equação matemática.

3) **Modelos teóricos:** são produções de representações de situações ou de fenômenos, que podem ser aplicados ao estudo da situação apresentada. Um exemplo do uso desse tipo de modelo seria a frase de Gilbert e Osborne (1980) quando afirma que “um campo magnético atua como se fossem linhas de força que unem os pólos norte e sul”. Ambas as linhas de força que representam o campo elétrico e gravitacional como o campo magnético são abstratas. Esta afirmação possibilita explicações sobre o fenômeno, entretanto, pode guiar a um engano quando

é usada no lugar da realidade. O modelo, nesse caso, pode ser apenas um caminho de discussão do fenômeno.

4) **Modelos analógicos**: trata-se de uma proposta representativa. É uma representação dotada de uma estrutura coerente e enlaça alguns conhecimentos através de um esquema de relações, com características similares dessa representação. Este modelo é utilizado toda vez que algo pode ser explicado com outros fenômenos ou conceitos. Nesse item, os modelos analógicos seriam as próprias analogias, não havendo então distinção entre analogia e modelo. No entanto, não devemos, em virtude disso, chamar as analogias livremente de modelos e vice-versa, pois apenas neste último caso as duas denominações são sinônimas. É interessante ainda considerar as analogias como comparações e os modelos como representações para que não haja ambiguidades.

5) **Modelos metafóricos**: são considerados modelo apenas no campo literário. São processos de ensino-aprendizagem carentes de agentes docentes já que cabe apenas ao leitor estabelecer a semelhança entre o real e a representação.

Indiferente da categoria a que pertençam, os modelos, possuem grande capacidade de divulgação e corresponde a um recurso importante tanto para o ensino quanto para a divulgação da ciência (GONZÁLEZ, 2002).

## 2 - POTENCIAIS E LIMITES NO USO DE ANALOGIAS

### 2.1 - TIPO DE CLASSIFICAÇÕES PARA AS ANALOGIAS

Existem vários tipos de classificações para as analogias. Ferraz e Terrazzan (2001) dividem as analogias a partir do seu nível de organização. Nagem *et al.* (2003) classificam-nas de acordo com a natureza do domínio analógico. Thiele e Treagust (1992) também as dividem de acordo com a utilização ou não de desenhos, esquemas ou figuras. González (2002) prefere dividi-las do modo como servem de objeto de estudo para outros pesquisadores. A seguir apresentam-se os tipos de classificações citados, segundo o apanhado produzido por Rigolon (2008) em seus estudos.

### 1) Classificação pelo nível de organização (FERRAZ; TERRAZZAN, 2001):

a) **Analogia simples:** é o símile<sup>3</sup>. Não fazem o mapeamento dos atributos entre o domínio alvo e o análogo. É quase uma metáfora. Ex.: O *copo de Becker* é como um *pote de vidro*.

b) **Analogia de limite:** introduz o domínio alvo e logo indica onde o análogo é diferente. Poderia ser chamada de contra analogia. Ex.: Uma *suspensão coloidal* não pode ser fluida como *água líquida*.

c) **Analogia enriquecida:** é a que faz o mapeamento explícito de algum atributo entre os domínios alvo e análogo. Ex.: A *bile* é como um *detergente*. O detergente quebra as gotas de gordura da louça em partículas menores. Da mesma forma, a bile transforma grandes gotas de gordura em pedaços menores.

d) **Analogia dupla ou tripla:** ocorre quando dois mais conceitos alvos são explicados por analogia a dois ou mais conceitos análogos. Ex.: O *glomérulo de Malphigi* <sup>4</sup>é como se fosse uma *bola* que funciona como uma *esponja* que suga a sujeira.

e) **Analogia múltipla:** ocorre quando um conceito alvo é explicado por mais de um conceito análogo. Ex.: Os capilares passam pelos *gânglios*, que funcionam como uma *estação de trem*. Quando a linfa chega aos gânglios linfáticos, este funciona como *filtro* para os microorganismos.

f) **Analogia estendida:** são mais sistemáticas. Nela, vários atributos do alvo são explicados e fazem correspondências ao análogo. Ela ainda pode fazer menção dos limites da analogia e até conter mais de um análogo na comparação. Ex.: Cada *aminoácido* é como se fosse uma *bolinha* de um colar. O *colar* esticado mostra a estrutura primária da *proteína*. A estrutura secundária pode ser em espiral (*enrola-se o colar*), como um *fio de telefone*. No colar, o que segura as bolinhas é o *arame*. Nas proteínas, o que segura os aminoácidos são as *ligações peptídicas*.

---

<sup>3</sup> No símile se mencionam os dois grupos que se comparam, mas não se especificam detalhes sobre quais são os elementos de cada um que se relacionam. Não se chegam a emparelhar de forma explícita todos os elementos do alvo e do análogo para tornar mais clara a comparação. Parte da analogia fica em forma subentendida. (OLIVA,2004).

<sup>4</sup> Unidade funcional dos rins.

**2) Classificação pela natureza do domínio analógico** (NAGEM *et al.*, 2003):

a) **Analogia antrópica**: quando a frase transmite uma ideia de racionalidade, egocentrismo, atribuindo aos objetos ou fenômenos características dos seres humanos. Ex.: O *sistema imunológico* funciona como um *exército* no corpo.

b) **Analogia zootrópica**: quando a frase transmite uma ideia de morfologia ou comportamento, atribuído aos animais. Ex.: Ao se cumprimentar alguém com sudorese nas *mãos*, tem-se a impressão de estar pegando num *peixe* frio e molhado.

c) **Analogia fitotrópica**: quando a frase transmite uma ideia de morfologia ou comportamento, atribuído aos vegetais. Ex.: O *fibroadenoma*<sup>5</sup> das mamas parece uma *azeitona*.

**3) Classificação pela utilização de desenhos** (THIELE; TREAGUST, 1992):

a) **Analogia verbal**: é mostrada apenas verbalmente, na qual os alunos têm de imaginar a situação analógica. Ex.: *Imaginem* as órbitas eletrônicas parecidas com as dos planetas do Sistema Solar.

b) **Analogia verbal-ilustrada** ou **verbal-pictórica**: é apresentada, além da explicação verbal, com o auxílio de desenhos no livro, em cartazes ou no quadro-negro ou usando modelos concretos. Ex.: As hemácias têm a forma de um damasco seco (e *desenha* no quadro-negro).

c) **Analogia ilustrada** ou **pictórica**: só utiliza o desenho, figura, esquema ou modelo para transmitir a ideia da analogia. É utilizada mais em publicidades. Ex.: Uma marca de sabão em pó divulga seu produto mostrando uma foto de um cachorro dalmata sem as manchas pretas, dando a ideia de que seu produto tiraria até mesmo as manchas naturais do cão.

**4) Classificação como objetos de estudo** (GONZÁLEZ, 2002): são os três tipos de analogias mais estudadas nos últimos anos nas pesquisas educacionais:

---

<sup>5</sup> tipo sólido de nódulo não cancerígeno.



a) **Analogias múltiplas:** possuem a mesma descrição de Ferraz e Terrazzan, 2001. Os estudos dessas analogias costumam comparar os resultados da aplicação de diferentes analogias para um mesmo domínio alvo.

b) **Analogias pictóricas:** possuem a mesma descrição de Thiele e Treagust, 1992. A maioria das investigações dessas analogias pesquisa as figuras dos livros didáticos.

c) **Analogias de ponte:** são as analogias que funcionam como “ganchos cognitivos”. Essas analogias sempre ligam o conceito alvo com algum fenômeno ou conceito do cotidiano dos alunos. É a preferida das pesquisas de Psicopedagogia.

## 2.2 - ANALOGIAS COMO FACILITADORAS DA APRENDIZAGEM

Duarte (2005), propõe uma re-humanização da ciência ligada a uma linguagem interpretativa, onde a teoria não se desvincula da comunicação e argumentação e, neste ponto, a analogia tem seu lugar cativo. Em outras palavras, além da vocação heurística, a analogia dá ao conhecimento científico uma nova visão daquilo que não é observável, oportunizando formas de argumentação na comunicação e no desenvolvimento das ciências. As analogias são, por tudo isso, culturalmente intencional e socialmente significativas na sociedade

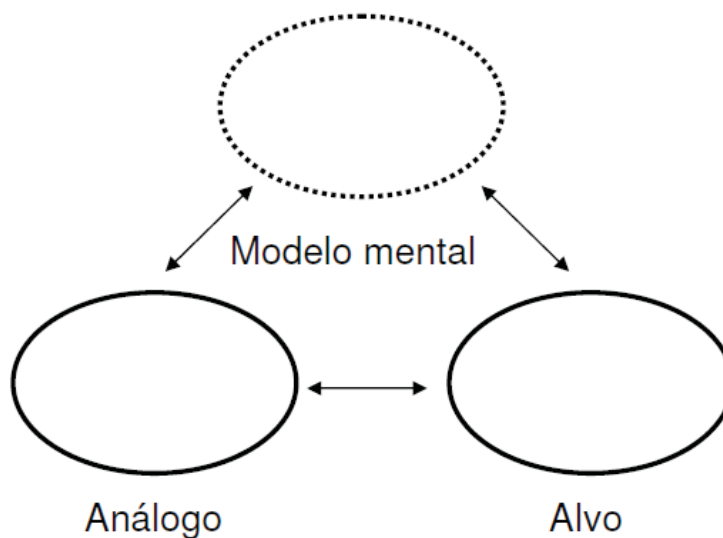
As analogias são comparações feitas pelos professores, usando domínios conhecidos pelos alunos para ensinar temas desconhecidos (RAVIOLO *et al.* 2004). Glynn *et al.* (1994) afirmam que as analogias têm dupla função, uma explicativa e outra criativa, quando geram hipóteses e estimulam a solução de um problema. Segundo Ferraz e Terrazzan (2002), faz parte da cognição humana o raciocínio por analogia e, por assim ser, as analogias são ferramentas de pensamento.

Um assunto distante da realidade ou da percepção dos alunos, necessita indiscutivelmente do uso de raciocínio analógico para aproximar o tema desconhecido do conhecimento preexistente dos estudantes (Coll *et al.* 1998).

Para González (2005) uma analogia é formada por: o alvo e o análogo, e a trama de esquemas de relações que se estabelece entre ambos gera o modelo mental. A estrutura de uma analogia pode ser representada pela FIGURA 1, onde todas as relações são representadas por flechas duplas.



FIGURA 1 – ESTRUTURA EXTERNA DE UMA ANALOGIA



FONTE: Gonzáles (2005).

Na analogia, uma correspondência de relações é formada entre as similaridades de alvo e análogo. Essa malha de relações chama-se “trama de relações” ou “relação analógica” (GONZÁLEZ, 2005).

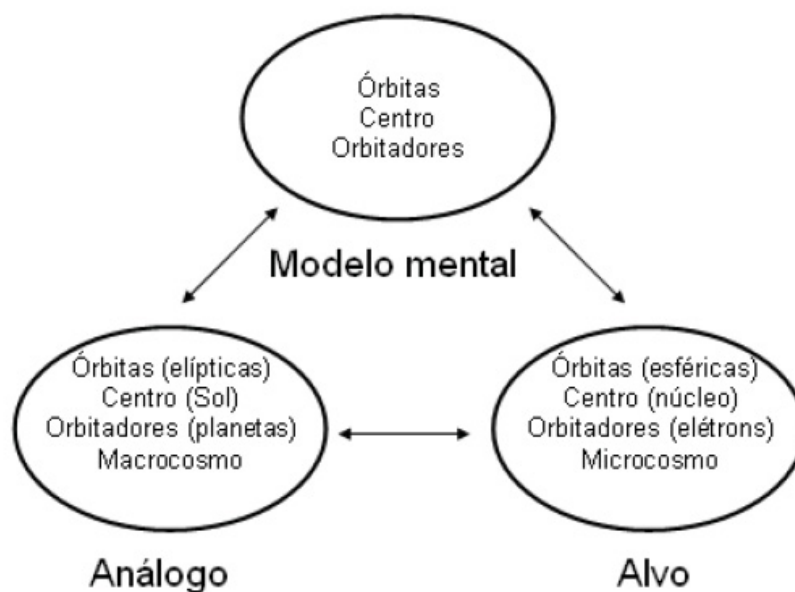
Segundo Duit (1991) e González (2005) as seguintes suposições sobre relação analógica podem ser feitas:

- Entre o análogo e o alvo existe um tipo de semelhança, a semelhança estrutural.
- Na analogia, há transferência de conhecimento tanto do alvo para o análogo, como pode haver no sentido inverso.
- As estruturas do análogo e do alvo podem ser representadas por esquemas.

Tendo isso em mente, pode-se tanto ensinar para um químico que as órbitas planetárias são semelhantes com as órbitas eletrônicas como ensinar para um astrônomo que as órbitas dos elétrons são parecidas com as dos planetas. Sendo assim a analogia poderia ser representada conforme mostra a FIGURA 2.

Veja que, nesse caso, o modelo mental é formado pelos aspectos que o Sistema Solar e o átomo têm em comum: órbitas, centro e orbitadores (planetas/elétrons). Nota-se que o formato das órbitas, os nomes do centro e dos orbitadores e outras diferenças não aparecem no modelo mental. Reafirmando, é apenas a semelhança estrutural que forma o modelo mental.

FIGURA 2 - ESTRUTURA ANALOGIA SISTEMA SOLAR-ÁTOMO



FONTE: Gonzáles (2005).

### 2.3 – ANALOGIAS NO ENSINO DE QUÍMICA

Justi e Mendonça (2008), Silva e Terrazan (2008), Silva e Almeida (2008), são alguns dos autores que pesquisam as dificuldades no ensino de conceitos químicos e o uso de analogias como facilitadoras do processo de ensino aprendizagem. Esses autores exploram a natureza dos conceitos químicos, que na maioria das vezes são construídos e fundamentados numa perspectiva abstrata, no campo do micro para o macro, e neste quesito, é que se encontram as maiores dificuldades dos alunos na compreensão.

Neste momento a linguagem analógica como instrumento de ensino acaba se tornando recurso indispensável na atuação do professor. Como reitera Rivelli (2012), quando fala sobre o argumento por analogia em educação em ciência: “as analogias e metáforas estão presentes em todo pensamento criador: seja na poesia, na filosofia ou na ciência”.

Observa-se aqui, que quando o objeto do conhecimento se torna inacessível ou apresentar conteúdos abstratos, uma relação analógica pode sugerir seu esclarecimento.

Como já citado anteriormente, vários são os autores que apresentam trabalhos nesta linha de pesquisa, contribuindo com a investigação sobre o uso e utilidade de analogia no ensino de Química.

Segundo Duit (1991) as analogias têm as seguintes utilidades:

- Abrem novas perspectivas de ensino

As analogias criam horizontes, porque relacionam o conteúdo de Química com a vida cotidiana do aluno, com isso ele compreende com maior facilidade. Faz comparações entre o assunto da aula com seu conhecimento de mundo, e deste modo, pode ver a Química com outra visão e concluir que ela está no mundo que o rodeia (DUIT, 1991).

- Facilitam a compreensão de conceitos abstratos por similaridade com conteúdo concretos

Podemos dizer que as analogias facilitam a compreensão, pois comparam as semelhanças entre o conhecido e o desconhecido, isso facilita o entendimento. Desta forma é possível que o aluno confronte os aspectos apresentados e faça considerações concretas dando resultados satisfatórios. (DUIT, 1991).

- Propiciam a visualização de conceitos abstratos

A analogia é uma ferramenta excelente no ensino de Química, pois pode fazer o abstrato, o microscópico tomar uma forma concreta e visual, aproximando o conhecimento ao cotidiano dos alunos (DUIT, 1991).

- Podem motivar os estudantes

A analogia motiva os estudantes a gostarem de Química, pois ela é capaz de tornar as aulas mais agradáveis, pelo fato de os alunos participarem da aula se apropriando dos seus conhecimentos de mundo relacionando-os com os conhecimentos científicos e abstratos de Química (DUIT, 1991).

Apesar de todos os benefícios elencados anteriormente, é de suma importância que os professores estejam habilitados e capacitados para fazerem uso correto desta ferramenta para assim satisfazer suas expectativas em relação ao bom desempenho dos alunos no processo de ensino-aprendizagem. Sobre isso Silva et al (2004), concluem que:

Embora algumas situações análogas não sejam, em determinadas regiões, do conhecimento dos alunos, em outras tais situações podem ser, o que evidencia ser uma tarefa do professor verificar junto aos seus estudantes quais as analogias convêm serem utilizadas em um determinado contexto.

Verificou-se, com base nas entrevistas, que os alunos consideram como familiares apenas as situações que vivenciam, ou seja, mesmo conhecendo alguns elementos presentes em determinadas situações, eles não as consideram como familiares se elas não forem “vivenciadas” pessoalmente. Com este trabalho foi possível determinar quais situações analógicas podem tornar-se obstáculos ao utilizá-las no ensino com analogias (SILVA; *et al*, 2004, p. 1).

Como ponto de partida, para o bom uso de uma analogia, o professor deve verificar o grau de familiaridade da analogia em relação ao conhecimento de mundo dos alunos. Por exemplo, utilizar o caroço de açaí como analogia para explicar o modelo atômico de Dalton para alunos de Curitiba pode não ser uma boa analogia, visto que nessa cidade a fruta é muito pouco conhecida, pois mesmo que os alunos saibam o que é açaí em polpa, não conhecem o caroço dessa fruta. Entretanto, usando o mesmo exemplo para os alunos do estado do Pará o aproveitamento dessa analogia é bastante eficaz, uma vez que nesse estado, praticamente todos já tiveram um contato com esse objeto (SARGES; AMORIM, 2007).

Logo, é importante que o professor investigue qual o conhecimento que os alunos têm do análogo e se é superficial ou profundo; desta forma o docente pode fazer uso de uma determinada analogia com bom aproveitamento.

Outro ponto fundamental é deixar claro para o aluno que a analogia não é o conceito em si e que somente alguns aspectos do objeto ou situação que será utilizado como analogia pode ser comparado ao conhecimento em questão, por exemplo, a analogia do caroço do açaí com o modelo atômico do átomo de Dalton (SARGES; AMORIM, 2007).

Segundo Perelmam (1987), a linguagem analógica apresenta-se como uma ferramenta argumentativa que tem a capacidade de promover a ancoragem de novos conceitos aos conhecimentos prévios dos alunos.

Andrade (2001) apresenta uma analogia para o ensino do sistema imunológico, utilizando a imagem da guerra como análogo.

(...) a popularização do conhecimento imunológico, como descreve a autora: certos “glóbulos” brancos são apresentados como sentinelas vigiando a chegada do seu inimigo, um microrganismo patogênico, e alertando as outras células capazes de destruir o invasor. O local da inflamação é descrito como fileiras de campo de batalhas, e existe o equivalente dos

serviços de contraespionagem, os “linfócitos matadores”, que atacam o “inimigo interior” das células cancerosas. Estas imagens, apesar de eficientes, não foram construídas sob a óptica de explicar um fenômeno não especializado. As analogias da guerra nasceram dentro da imunologia moderna e são inseparáveis do imaginário imunológico. (ANDRADE, 2001, p. 41, 42)

No exemplo acima citado a comparação entre a guerra e o sistema imunológico tem como papel principal ampliar a divulgação do conhecimento científico através do uso de analogias.

Nesse contexto, analogia além de dar uma luz ao conceito científico no caso do sistema imunológico, insere o análogo da guerra de tal forma nessa explicação que é difícil a desvinculação do conceito propriamente dito. Assim o sistema imunológico passa a ser chamado de “exército” de forma bem natural até mesmo na comunidade científica (RIBEIRO, 2016).

## 2.4 – ANALOGIAS NOS LIVROS DIDÁTICOS DE QUÍMICA

O livro didático é um dos instrumentos mais importantes para o ensino no Brasil. Vercese (2008) ressalta que em muitas escolas brasileira, ele é o único material de que dispõem os professores.

A importância do livro didático para o ensino é evidenciada na LDB n. 9394/96, no artigo 4º, inciso VII onde temos a menção aos programas de apoio ao material pedagógico: “O dever do Estado com a educação escolar pública será efetivado mediante garantia de atendimento do educando no Ensino Fundamental, por meio de programas suplementares de material didático [...]” (BRASIL, 1996, p. 3).

Anterior a isso em 1985 criou-se o Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) através do Decreto 9154/85, legislando e garantido a produção e distribuição dos livros didáticos em todo o território nacional.

Em relação a qualidade e aumento da produtividade, as editoras desempenharam bem essa função (MORTIMER; SANTOS, 2008).

Devido a importância do LD para o ensino, Oliveira (2010) considera importante a investigação de como as analogias são tratadas nos livros didáticos de Química, para o aprimoramento do ensino. Para o referido autor a contínua melhoria da qualidade do ensino de Química passa pela definição de uma metodologia de

ensino que privilegie a contextualização no intuito de levar o educando à compreensão da sua realidade de forma crítica desenvolvendo seu pensamento cognitivo. Nesse contexto têm-se as analogias como aliadas do livro didático no processo de ensino-aprendizagem (OLIVEIRA, 2010).

Não é nenhuma novidade o interesse no estudo das analogias em livros didáticos. Curtis e Reigeluth (1984) e Thiele e Treagust (1994 e 1995) podem ser citados como precursores desses estudos servindo de referência para muitos outros trabalhos no cenário educacional.

As pesquisas sobre analogias em LD de Curtis e Reigeluth (1984) centraram-se em livros de ciências nos Estados Unidos e serviram de referência no cenário educacional por terem estabelecido critérios de análise que se tornaram importantes, pois possibilitaram outras pesquisas mais aprofundadas.

Nos estudos realizados por Thiele e Treagust (1994 e 1995) foram investigados o uso de analogias somente em livros-texto de Química utilizados na Austrália. Vale lembrar que esses autores fizeram uso da classificação apresentada por Curtis e Reigeluth (1984), entretanto em suas pesquisas criaram novos critérios que permitissem que mais analogias fossem classificadas para facilitar a discussão das questões de pesquisa relacionadas com especificidades da Química.

No Brasil temos nomes como Monteiro e Justi (2000), Ferraz e Terrazam (2003), Zambon et al (2009), Francisco Júnior (2009) que também tiveram grande alcance na investigação nesse ramo da ciência em educação.

Segundo os autores acima mencionados, é de consenso entre eles que os LD de Química brasileiros, poderiam utilizar mais o recurso das analogias. Ao que parece, os autores de LD não conhecem as possibilidades dessa ferramenta como recurso para compreensão dos alunos. Entre alguns possíveis problemas estão a falta de delineamento de metas ao utilizar as analogias e falta de enriquecimento.

O trabalho de Romero (2017), traz a análise da quantidade e qualidade das analogias presentes em um LD de química, pertencente ao PNLD de 2015.

A tabela 1, adaptada do trabalho de Romero (2017), apresenta analogias presentes no LD analisado por ela.

TABELA 1 -ANALOGIAS E CONCEITO ALVO

Conceito	Descrição da analogia
Propriedade do metano	Compara a presença do dióxido de carbono como um escudo que impede que parte dos raios infravermelhos emitidos pelo Sol e rebatidos pela Terra volte para o espaço.
Pascal	Compara a pressão exercida por 1 Pa a pressão que uma camada fina de manteiga exerce sobre uma fatia de pão.
Formação de nuvens	Compara as nuvens a aerossóis.
Solvente	Compara o conceito de solvente com veículo que transporta substâncias.
Gases de efeito estufa	Compara a camada de gases do efeito estufa com a camada de vidro de uma estufa
Modelo atômico de Dalton	Compara a partícula indivisível e indestrutível com uma esfera maciça.
Símbolos químicos	Compara a representação dos símbolos químicos com o lírio e a pureza, a cruz e a fé, o revolver e a violência, o trevo de quatro folha e a sorte.
Decomposição do CFC na estratosfera	Compara os átomos livres de flúor, cloro, bromo com catalizadores que aumentam a velocidade de decomposição do ozônio.
Alótropos do carbono	Compara a estrutura cristalina do Buckminsterfullereno (C <sub>60</sub> ) com uma minúscula bola de futebol.
Modelo atômico de Thomson	Compara o modelo atômico de Thomson com um pudim de passas.
Propriedades do raio x e emissões radioativas	Compara a travessia das partículas alfa por uma finíssima folha de ouro com uma bala de espingarda que atravessa uma folha de papel.
Modelo atômico de Rutherford	Compara o modelo atômico de Rutherford com um minúsculo sistema planetário em que os elétrons giram em torno do núcleo como planetas que giram em torno do Sol.
Chuva ácida	Compara o pH da chuva ácida com o pH do suco de limão.
Bases	Compara o conceito de basicidade com os sabores das frutas (caqui, banana verde e caju).
Deslocamento entre metais	Compara o íon cloro com um expectador na reação entre o sódio e cloreto de prata.

FONTE: adaptado de Romero,2017.

Segundo a referida autora o livro didático analisado apresentou analogias simples (compartilham apenas um atributo entre domínio e análogo) e clássicas com baixo nível de exploração. Esse estudo constatou também a falta de orientação e discussão sobre as limitações do uso de analogias poderá acarretar na formação errônea de conceitos (Romero,2017).

Segundo Francisco Junior (2009) o emprego das analogias de forma simplificada e espontânea pode guiar o pensamento para uma visão concreta e imediata, portanto o papel do professor é fundamental nesse processo já que ele

servirá de ponte que impedirá a abstração necessária à formação do conhecimento científico.

Apesar dos obstáculos aqui mencionados, as analogias vêm ganhando espaço e são cada vez mais recorrentes nos LD de Química (FRANCISCO JR, 2009).

## 2.5 – LIMITAÇÕES E OBSTÁCULOS NO USO DE ANALOGIAS

Na literatura recente temos vários trabalhos voltados para as dificuldades de aprendizagem dos conceitos químicos, dentre eles destacam-se os trabalhos de Ros (2001) e Furió (2000 apud LIMA, 2007). Esses trabalhos apresentam concepções acerca da natureza dos conceitos químicos que frequentemente estão formatados numa perspectiva abstrata, indo do campo do micro para o macro.

E é nesse ponto que se encontra a dificuldade para a compreensão do aluno. Neste quesito Venville e Treagust (1996) observaram que quando os alunos usam as analogias para explicar determinados sistemas, há uma contribuição para a mudança conceitual. Como resultado da pesquisa, os autores sinalizam para o fato de que as analogias podem contribuir para uma melhora no entendimento dos conteúdos estudados.

Para Justi e Mendonça (2008) as analogias podem favorecer a ocorrência de um “trânsito” melhor entre os conceitos prévios e os conceitos ainda não conhecidos, o que pode levar o aluno a reorganizar suas informações, formar um novo esquema ou acrescentar novas ideias às já existentes.

Por outro lado, as analogias mal usadas contribuem para gerar uma compreensão equivocada. Segundo Ferraz & Terrazzan (2003), a maioria dos professores e autores de textos didáticos usam analogias de modo automático ou inconsciente. Esse uso não planejado pode causar confusões e favorecer o surgimento ou a manutenção de conceitos equivocados (HOFFMANN e SCHEID 2007).

Duarte (2003) indica algumas dificuldades que se colocam à utilização das analogias no ensino das ciências, como:

- A analogia pode ser entendida como o conceito em estudo e não ou recurso para compreensão;



- Da analogia podem ser compreendidos somente os detalhes mais evidentes e apelativos, sem se chegar a atingir o conhecimento científico em questão;
- Pode não ocorrer um raciocínio analógico que leve à compreensão da analogia;
- A analogia pode não ser reconhecida como tal, não ficando explícita a sua utilidade;
- Os alunos podem fixar-se nos aspectos positivos da analogia e desvalorizar as suas limitações.

Segundo Lima et al. (2015), uma das conveniências em promover uma discussão sobre a utilização de analogias em sala de aula é a de poder refletir sobre as vantagens e desvantagens que o seu uso pode provocar no aprendizado dos estudantes.

Estudos realizados por Oliva et al. (2003), Duarte (2005) e Ferraz e Terrazan (2003) apontam que no fazer docente os professores costumam usar as analogias de forma instintiva, espontânea e sem crítica sempre que um conteúdo não é compreendido pelos alunos.

Lima et al. (2015) postulam que o professor com pouca experiência no uso das analogias tende a priorizar a seleção de um domínio desnecessário, ou tratar como pertinentes atributos não compartilhados entre o domínio e o análogo, ou ainda utilizar um análogo que os estudantes não conhecem.

Para Rigolon e Obara (2010), no que tange à compreensão do que é uma analogia e sua forma de uso, o conhecimento de licenciados encontra-se limitado. Diante desta realidade, Bozelli e Nardi (2006) afirmam que a temática precisa estar presente na formação inicial e continuada de professores.

Corroborando com estes autores, Freitas (2011) enfatiza que a abordagem deste assunto se faz emergente para evitar que a prática docente não venha a ser um laboratório de experiências com analogias e estratégias mal planejadas.

### 3 - PERCURSO METODOLÓGICO

Participaram desta pesquisa 3 turmas de terceiro ano do ensino médio do turno matutino do Colégio Estadual do Paraná, nos dias 17 de outubro e 7 novembro de 2018. Nomearam-se as turmas como Turma A, Turma B e Turma C. A Turma A respondeu os questionários 1.0 e 2.0 referentes ao tema *Condições para ocorrência de uma reação química*, a Turma B respondeu os questionários 3.0 e 4.0 referentes ao tema *Uso do diagrama de Linus Pauling* e a Turma C respondeu os questionários 5.0 e 6.0 referentes ao tema *Gráficos de cinética das reações*.

Todos os alunos participantes assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) em que autorizavam o uso dos dados coletados para essa pesquisa, desde que se mantivesse o anonimato em futuras publicações. Os alunos menores de idade tiveram essa autorização assinada pelos seus pais (vide apêndice I).

Os questionários 1.0, 3.0 e 6.0 foram utilizados quando as turmas tiveram acesso às analogias; os questionários 2.0, 4.0 e 5.0 foram utilizados quando as turmas tiveram acesso às cópias das páginas dos livros didáticos.

Os livros didáticos utilizados foram:

- LISBOA, J. C. F. Química, 1º ano: ser protagonista. VOL 1. 3º ed. Ed SM, São Paulo, 2016.
- REIS, Martha. Química: meio ambiente, cidadania e tecnologia. Vol 2, 1ª ed. Ed FTD, São Paulo, 2010.

A metodologia de aplicação dos questionários pode ser vista na Tabela 2 e foi a seguinte: a turma A respondeu no dia 17 de outubro (primeiro dia de pesquisa) o questionário 1.0; a turma B o questionário 3.0 e a turma C o questionário 5.0. Ou seja, as turmas A e B responderam no primeiro dia de pesquisa os questionários sobre as analogias, e a turma C respondeu o questionário sobre a cópia da página do livro didático (LD). No segundo dia de pesquisa (7 de novembro) a turma A respondeu o questionário 2.0, a turma B o questionário 4.0 e a turma C o questionário 6.0. Ou seja, as turmas A e B responderam no segundo dia de pesquisa os questionários sobre as cópias dos livros didáticos, e a turma C respondeu o questionário sobre a analogia. No primeiro dia de pesquisa na turma A participaram 31 alunos e no segundo dia 34,

na turma B 27 e 22 alunos respectivamente, e na turma C 32 e 32 alunos respectivamente.

TABELA 2 – ESQUEMA DA METODOLOGIA DE APLICAÇÃO DE QUESTIONÁRIOS REFERENTES AO USO DE ANALOGIA.

Turma	Número de alunos	Questionário	Tema do questionário	Texto	Data
A	31	1.0	<i>Condições para ocorrência de uma reação química</i>	Analogia	17/10
	34	2.0		Livro didático	07/11
B	27	3.0	<i>Uso do diagrama de Linus Pauling</i>	Analogia	17/10
	22	4.0		Livro didático	07/11
C	32	5.0	<i>Gráficos de cinética das reações.</i>	Livro didático	17/10
	32	6.0		Analogia	07/11

FONTE: O autor (2019)

Os questionários avaliativos aplicados encontram-se no apêndice II. Eles são compostos por 8 a 10 perguntas com respostas objetivas e com 2 perguntas com resposta aberta. O material distribuído aos alunos referente às analogias usadas encontra-se no apêndice III e o material distribuído aos alunos referente aos livros didáticos encontra-se no Anexo I.

Ressalta-se aqui, que as três turmas participantes dessa pesquisa, não eram turmas regidas pela autora deste trabalho. As turmas e as aulas, foram gentilmente cedidas pela regente da disciplina professora Thielle. Este fato corrobora com a veracidade dos dados coletados, visto que os alunos não foram agraciados em notas pela participação na pesquisa.

Afim de eliminar qualquer tipo de tendência subjetiva que possa vir a acontecer durante a análise dos resultados, os dados obtidos foram submetidos a análises estatísticas através do software R Core Team (2019).

Com a análise estatística, foi possível responder de modo imparcial e com fundamentação científica o questionamento fundamental desta pesquisa. Os testes estatísticos realizados foram: estatística inferencial pelos métodos de estimação e teste de hipóteses para as questões objetivas e técnica de text mining (ou mineração de texto) e análise de sentimento das respostas. A descrição completa e referencial destes testes está contida no ANEXO II. Para tratar os dados provenientes das questões de resposta aberta, foi usado o método **Nuvem de palavras**. Esse método consiste em representar o tamanho da palavra de modo proporcional à sua ocorrência. Assim, quanto maior for a palavra no gráfico, mais utilizada ela foi.

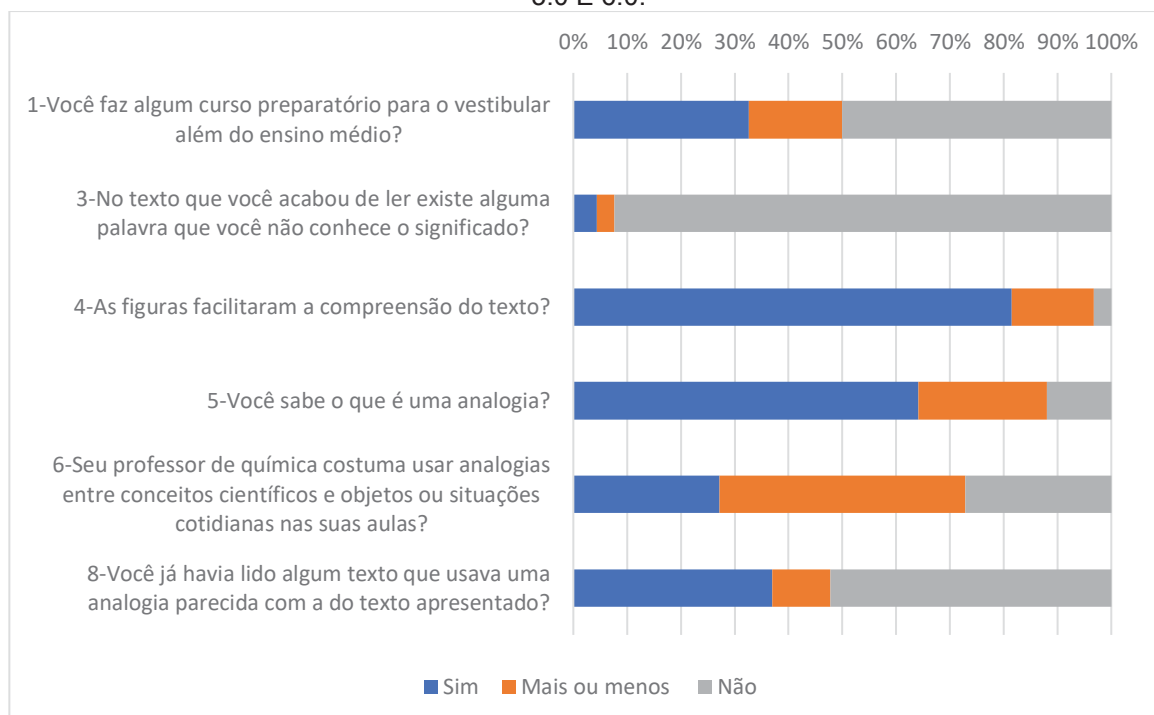
Os resultados serão apresentados no item 4 não na sequência de perguntas dos questionários, mas, agrupando as respostas que são referentes aos alunos e não às analogias. Assim, as questões 1, 3, 4, 5, 6 e 8 dos questionários 1.0, 3.0 e 6.0 e as questões 1, 3, 4, 5 e 6 dos questionários 2.0, 4.0 e 5.0 foram agrupadas. As questões 2, 7, 9, 10, 11 e 12 dos questionários 1.0, 3.0 e 6.0 e as questões 2, 7, 8, 9 e 10 dos questionários 2.0, 4.0 e 5.0 foram apresentadas individualmente conforme a analogia a que ela se refere.

## 4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 – RESULTADOS AGRUPADOS DOS QUESTIONÁRIOS 1.0, 3.0 E 6.0

A seguir, apresentamos os resultados agrupados obtidos para as questões 1, 3, 4, 5, 6 e 8 dos questionários 1.0, 3.0 e 6.0 (Figura 3).

FIGURA 3 - RESPOSTAS AGRUPADAS DAS QUESTÕES 1,3,4,5,6 E 8 DOS QUESTIONÁRIOS 1.0, 3.0 E 6.0.



FONTE: O autor (2019).

Dos 90 alunos que responderam a questão 1 “Você faz algum curso preparatório para o vestibular além do ensino médio?” 33% disseram fazer curso pré-vestibular além de ir à escola, 50% só frequentam a escola, ou seja, não fazem nenhum tipo de curso para o vestibular e 17% responderam mais ou menos, como consta na Figura 3. Em conversa informal com alguns alunos, estes responderam que estudam para o vestibular na internet acompanhando canais no *youtube* ou cursinhos *online*. Os dados apresentados indicam que a maioria dos estudantes não faz nenhuma atividade voltada aos estudos pré-vestibulares.

Na questão 3 “No texto que você acabou de ler existe alguma palavra que você não conhece o significado?”, os dados presentes na Figura 3 mostram que 93% dos alunos não apresentaram dificuldade quanto ao vocabulário usado no texto, 3%

têm alguma dúvida sobre o significado de alguma palavra e 4% tiveram dificuldades no entendimento do texto. Os dados apresentados indicam que as analogias desenvolvidas neste trabalho não apresentaram dificuldades semânticas.

Com relação à questão 4 “As figuras facilitam a compreensão do texto?”, 82% acreditam que as figuras facilitam a compreensão, 15% acham indiferente a presença de figuras e 3% acreditam que as figuras não facilitaram a compreensão, conforme observa-se na Figura 3. Os dados indicam que para os estudantes o uso de figuras, imagens e ilustrações são recursos facilitadores do entendimento.

A questão 5 “Você sabe o que é uma analogia?” busca saber se os alunos sabem o que é uma analogia. Conforme a Figura 3, 64% sabem o que é uma analogia, 24% tem alguma dúvida em relação ao termo e 12% não sabem o que é uma analogia. Estes dados apontam que a grande maioria dos alunos conhece o significado da palavra analogia.

A questão 6 busca saber se os alunos identificam nas aulas dos professores de química o uso de analogias, utilizando para isso a pergunta: “Seu professor de química costuma usar analogias entre conceitos científicos e objetos ou situações cotidianas em suas aulas?” 27% afirmam que o professor de química usa analogias, 27% não identificam o uso de analogias pelos professores e 46% acreditam que o professor de química utiliza mais ou menos o recurso analogia (vide Figura 3). Os dados indicam que o professor de química utiliza moderadamente o recurso das analogias em suas aulas.

A questão 8, ainda na Figura 3, busca saber se os alunos já conheciam alguma analogia semelhante a esta apresentada, utilizando para isso a seguinte pergunta: “Você já havia lido algum texto que usava uma analogia parecida com a do texto apresentado? Observa-se que 26% responderam sim, ou seja, já tiveram contato com alguma analogia semelhante, 19% responderam mais ou menos e 55% responderam não. Os dados indicam que nos textos que os alunos têm acesso, o recurso analogia não está presente com grande frequência, ou se está, as analogias usadas não permaneceram na memória dos estudantes entrevistados.

A Tabela 2 resume a quantidade e porcentagem de respostas sim”, “não” e “mais ou menos” apresentada nos questionários referentes às primeiras 8 perguntas. Nota-se que as proporções para a resposta “**não**”, foi próxima de 30% em todas as turmas, o que evidencia uma boa aceitação para o uso da analogia no ensino.

TABELA 3 – QUANTIDADE E PORCENTAGEM DE TIPOS DE RESPOSTAS NOS QUESTIONÁRIOS

Questionário	sim	não	mais ou menos
1.0	126 (51%)	77 (31%)	45 (18%)
3.0	111 (51%)	64 (30%)	41 (19%)
6.0	114 (45%)	84 (34%)	55 (21%)

FONTE: O autor (2019).

Os dados constantes na tabela 3 foram utilizados para execução do teste ( $\chi^2$ ). Este teste serve para avaliar quantitativamente a relação entre o resultado de um experimento e a distribuição esperada para o fenômeno. Isto é, ele nos diz com quanta certeza os valores observados podem ser aceitos como regidos pela teoria em questão. Neste estudo as respostas sim indicam que os alunos avaliaram de forma positiva as analogias apresentadas.

Para os questionários 1.0, 3.0 e 6.0 o resultado do teste ( $\chi^2$ ), foi sempre menor que 0,05 e isso indica que aceitação foi positiva para as três analogias. As equações utilizadas e descrição dos passos do teste estão presentes no anexo II.

#### 4.2 – RESULTADOS INDIVIDUAIS QUESTIONÁRIO 1.0

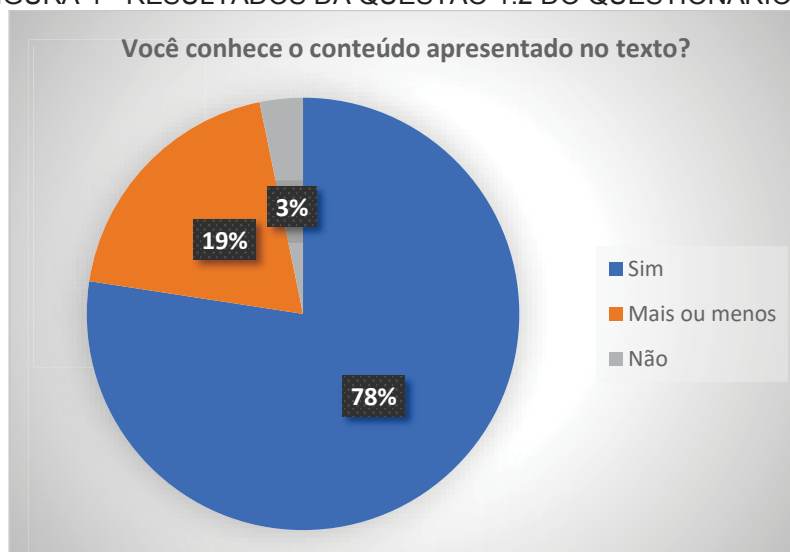
A seguir apresentaremos os resultados individuais do questionário 1.0 utilizado para coleta de dados sobre a analogia do tema: *condições para ocorrência de uma reação química*

A questão 1.2 “Você conhece o conteúdo apresentado no texto?” utilizada para quantificar o conhecimento dos alunos acerca do tema condições para ocorrência de uma reação química, tem suas respostas apresentadas na Figura 4.

Dos 31 alunos participantes, 78% já conheciam o assunto abordado, 19% possuem algum conhecimento sobre o tema e 3% desconhecem totalmente. Os dados indicam que os alunos têm conhecimento sobre o tema.

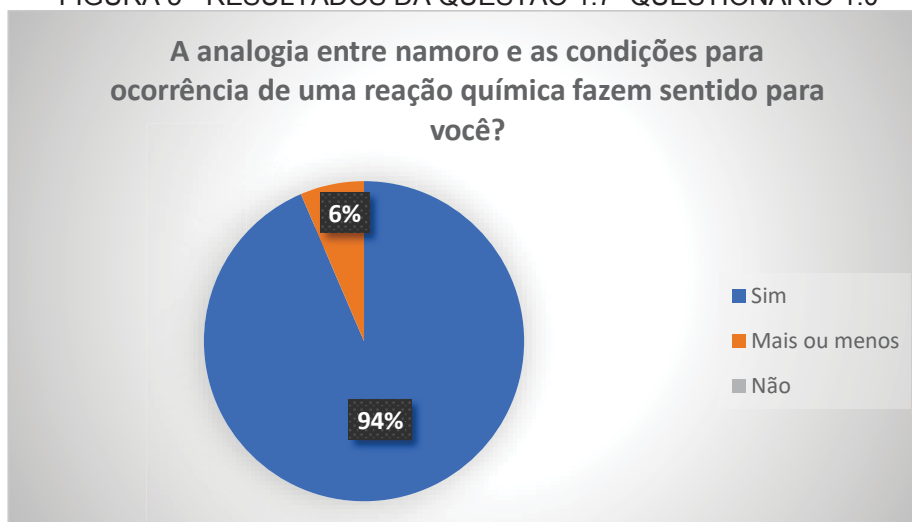
A questão 1.7 busca saber se a relação entre alvo e análogo é satisfatória, para tal usou-se a pergunta: “A analogia entre namoro e as condições para ocorrência de uma reação química fazem sentido para você?” Conforme pode ser observado na Figura 5, 94% dos alunos responderam sim e 6% responderam mais ou menos; nenhum aluno respondeu não.

FIGURA 4 - RESULTADOS DA QUESTÃO 1.2 DO QUESTIONÁRIO 1.0



FONTE: O autor (2019)

FIGURA 5 - RESULTADOS DA QUESTÃO 1.7- QUESTIONÁRIO 1.0



FONTE: O autor (2019).

A questão 1.9 busca saber o grau de dificuldade dos alunos em relação à compreensão do texto, utilizando para isso a seguinte pergunta:

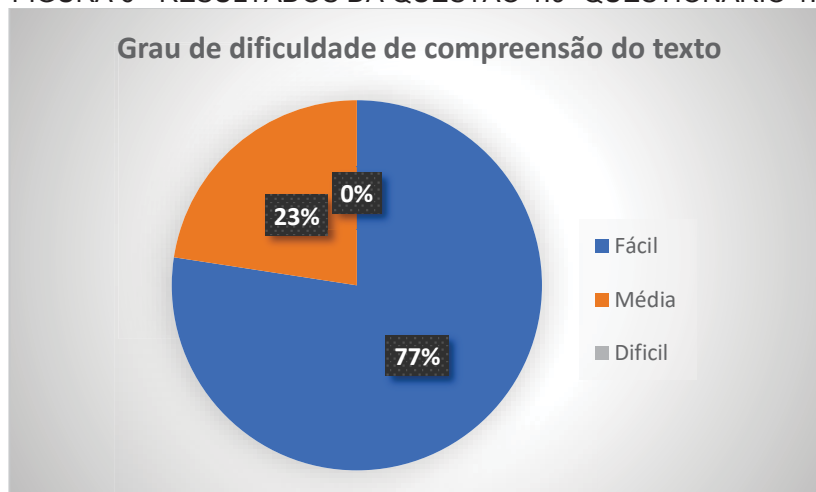
“Na sua opinião o texto é:

- ( ) de fácil compreensão, li uma vez e entendi o conteúdo
- ( ) de média compreensão, entendi o conteúdo porque já havia estudado na escola.
- ( ) de difícil compreensão, li várias vezes e não consegui compreender.”



Conforme Figura 6, 77% julgaram o texto como sendo de fácil compreensão, 23% consideraram de média dificuldade e nenhum aluno achou o texto de difícil compreensão.

FIGURA 6 - RESULTADOS DA QUESTÃO 1.9- QUESTIONÁRIO 1.0



FONTE: O autor (2019).

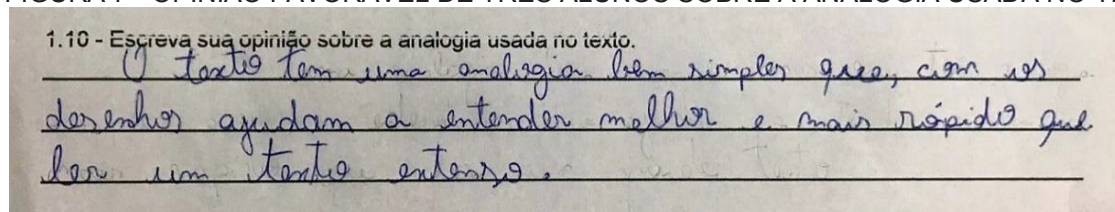
Estes dados apontam que a analogia foi considerada de fácil compreensão pelos alunos.

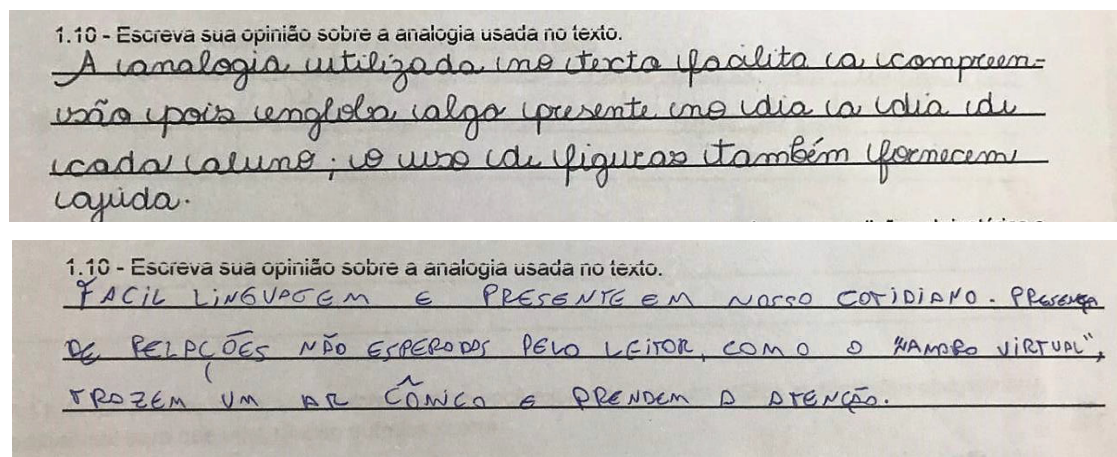
A questão 1.10 busca saber, de forma descritiva, qual a opinião dos alunos sobre a analogia entre romance e ocorrência de uma reação química, utilizando para isso, a seguinte pergunta: "Escreva a sua opinião sobre a analogia usada no texto."

Dos 31 participantes, 29 apresentaram uma opinião favorável, utilizando termos como: fácil compreensão, didático, entender melhor. Destacam-se aqui três imagens (Figura 7), que ilustram essa tendência de resposta.

Apenas dois alunos apresentaram opiniões desfavoráveis. A Figura 8 mostra a opinião de um aluno que disse que o conteúdo tem valor, mas que analogia utilizada pode causar desconforto em alguns estudantes.

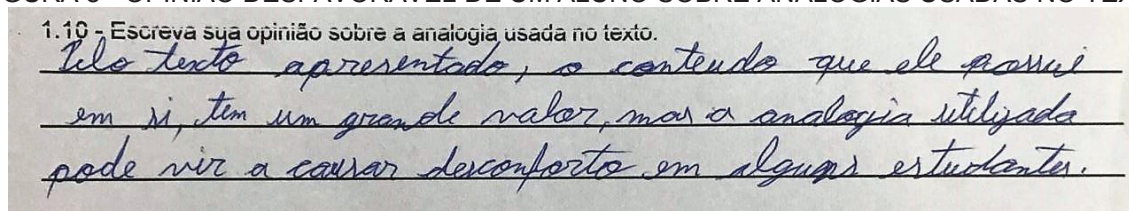
FIGURA 7 - OPINIÃO FAVORÁVEL DE TRÊS ALUNOS SOBRE A ANALOGIA USADA NO TEXTO.





FONTE: O autor (2019).

FIGURA 8 - OPINIÃO DESFAVORÁVEL DE UM ALUNO SOBRE ANALOGIAS USADAS NO TEXTO

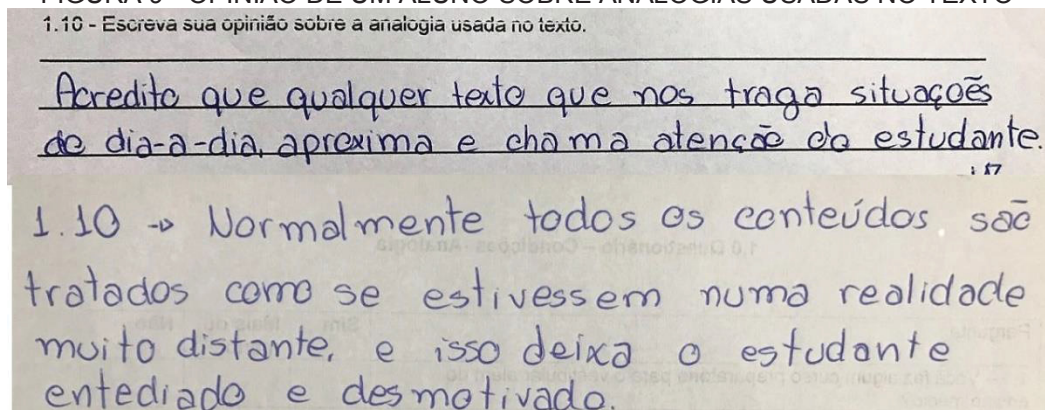


FONTE: O autor (2019).

O aluno que escreveu a resposta presente na Figura 9 utilizou a frente e o verso da folha; ele não opina propriamente sobre a analogia, mas diz que qualquer texto diferente do tradicional é mais interessante.

Não se obteve nenhuma resposta negativa. Analisando todas as participações, observou-se que a maioria dos alunos apresentou uma opinião favorável à analogia apresentada.

FIGURA 9 - OPINIÃO DE UM ALUNO SOBRE ANALOGIAS USADAS NO TEXTO



FONTE: O autor (2019).

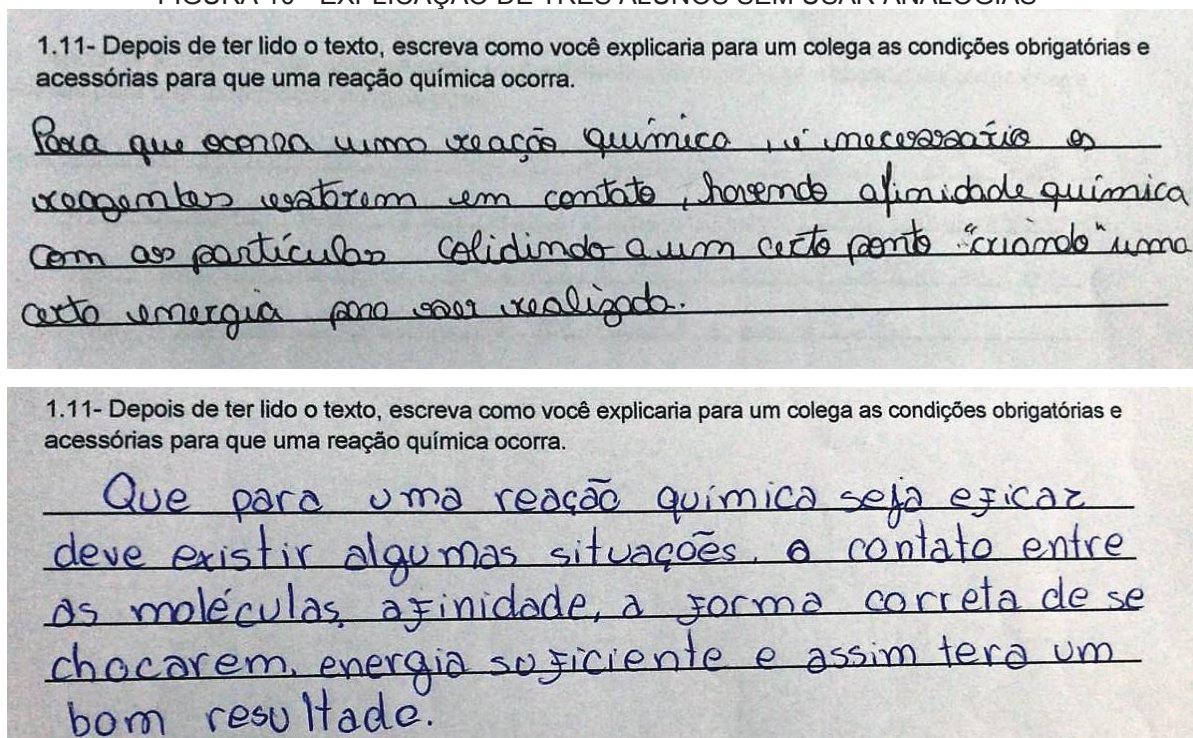
A questão 1.11 busca saber como os alunos explicariam o assunto abordado na analogia, neste caso, os fatores para ocorrência de uma reação química, utilizando a seguinte pergunta: “Depois de ter lido o texto, escreva como você explicaria para um colega as condições obrigatórias e acessórias para que uma reação química ocorra.”

Dos 31 participantes, 16 responderam corretamente, utilizando termos tradicionais, sem o uso de analogias ou comparações. Três exemplos podem ser vistos na Figura 10.

10 alunos, responderam corretamente, usando para isso, analogias, ou outros recursos de linguagem, fazendo assim uma explicação menos tradicional. A Figura 11 apresenta 3 dessas respostas que apresentaram essa tendência.

Observa-se que alguns alunos pensaram em analogias diferentes das do texto para responder à questão como, música e estar de mãos dadas (vide Figura 12).

FIGURA 10 - EXPLICAÇÃO DE TRÊS ALUNOS SEM USAR ANALOGIAS





1.11- Depois de ter lido o texto, escreva como você explicaria para um colega as condições obrigatórias e acessórias para que uma reação química ocorra.

DEVE HAVER AFINIDADE QUÍMICA ENTRE OS REAGENTES, ESTES DEVEM ESTAR EM CONTATO, COM A COLISÃO DE SUAS PARTÍCULAS NOS LOCAIS CORRETOS E COM FORÇA SUFICIENTE PARA DESENCADEAR A REAÇÃO QUÍMICA.

FONTE: O autor (2019).

#### FIGURA 11 - EXPLICAÇÃO DE TRÊS ALUNOS COM O USO DE ANALOGIAS

1.11- Depois de ter lido o texto, escreva como você explicaria para um colega as condições obrigatórias e acessórias para que uma reação química ocorra.

Eu utilizaria métodos didáticos e visuais, como desenhos e objetos, para tentar explicar como as reações ocorrem teoricamente e na prática também, como experimentos em um laboratório. É importante os alunos visualizarem o conteúdo para compreendê-lo melhor.

1.11- Depois de ter lido o texto, escreva como você explicaria para um colega as condições obrigatórias e acessórias para que uma reação química ocorra.

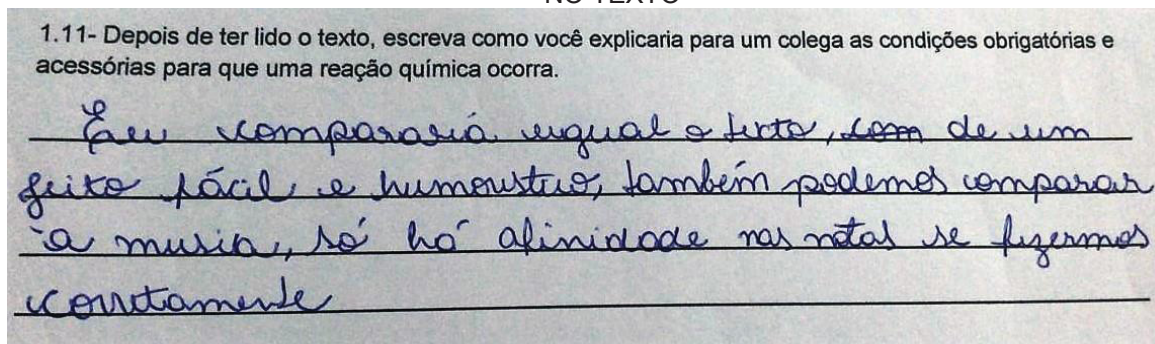
As condições obrigatórias para uma reação química, assim como para um beijo, são o contato e a afinidade; as condições de acessória são a precisão do local de colisão (no caso do beijo, a boca) e a energia entre os envolvidos (reagentes e o casal).

1.11- Depois de ter lido o texto, escreva como você explicaria para um colega as condições obrigatórias e acessórias para que uma reação química ocorra.

Explicaria que os reagentes devem estar em contato como ondas de mão dada com a sua namorada e deve ter afinidade química entre os reagentes, ~~ou~~ igual vez ter afinidade com a sua namorada.

FONTE: O autor (2019).

FIGURA 12 - EXPLICAÇÃO DE UM ALUNO USANDO ANALOGIA DIFERENTE DA CONSTANTE NO TEXTO



FONTE: O autor (2019).

Na Figura 13, podemos ver respostas confusas de 5 alunos, contendo alguns equívocos de conceito e de interpretação da analogia. Os trechos destacados em vermelho na Figura 13 apontam os equívocos: “partículas de afinidade”, “precisam ter todos os fatores que há em um casal”, “reciprocidade entre partículas”, “os reagentes têm que ter algo em comum, um positivo e outro negativo”.

Apesar da analogia ser classificada pela maioria dos alunos como boa, relevante e útil, existem estudantes que apresentaram alguma dificuldade de interpretação da analogia; na construção de uma resposta descritiva também houve uma confusão (positivo, negativo) com o conteúdo de física.

Para representar quais foram as palavras mais utilizadas nas respostas dos alunos nas questões abertas, utilizou-se um gráfico chamado de **Nuvem de palavras**. Quanto maior a palavra no gráfico mais utilizada ela foi. A Figura 14 apresenta a nuvem de palavras do questionário 1.0. Observa-se que as palavras compreensão e analogia aparecem entre as mais utilizadas nas respostas do questionário 1.0, indicando a boa aceitação da analogia usada.

A questão 1.12 é um pequeno teste de conhecimento, uma questão de múltipla escolha, sobre o tema da abordado na analogia. Esta questão traz o seguinte teste:

“1.12- Qual das alternativas a seguir **NÃO** apresenta uma condição obrigatória para que uma reação química ocorra:

- a- ( ) É necessário que ocorra colisões entre as partículas dos reagentes.
- b- ( ) Deve haver afinidade química entre os reagentes.
- c- ( ) Os reagentes devem estar em contato.



d-( ) Os reagentes devem ser líquidos.”

Na segunda etapa da pesquisa quando os alunos receberam uma cópia da página do livro didático, eles responderam o questionário 2.0, cuja questão 2.10 é exatamente o mesmo teste da questão 1.12.

Conforme a Figura 15-A dos 32 alunos participantes, 29 acertaram a resposta. Na segunda etapa de pesquisa, nesta turma, participaram 34 alunos e todos responderam corretamente o teste conforme observa-se na Figura 15-B.

FIGURA 13 - EXPLICAÇÃO CONFUSA DE CINCO ALUNOS COM O USO DE ANALOGIAS

1.11- Depois de ter lido o texto, escreva como você explicaria para um colega as condições obrigatórias e acessórias para que uma reação química ocorra.

"Provavelmente esta é confortável, em um lugar que do <sup>corpo</sup> terra, tem intensidade e expressa entre ambos, alguém que você tenha efetividade por partículas de alumínio uma se olhar, podendo se fazer acontecer, com energia e intensidade (essencial), tendo química em toda parte do romance e sentimento.

1.11- Depois de ter lido o texto, escreva como você explicaria para um colega as condições obrigatórias e acessórias para que uma reação química ocorra.

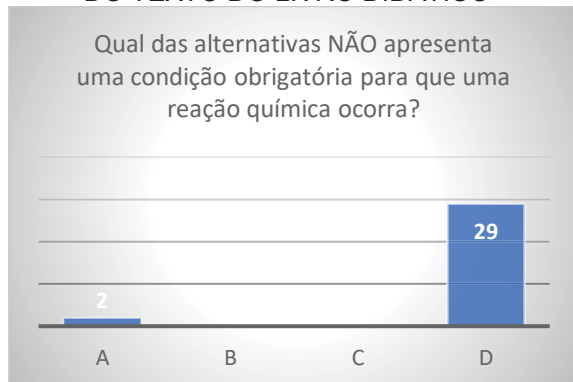
Os reagentes devem estar em contato, assim como a água da casa e precisam ter todos os fatores que há em um casa!

1.11- Depois de ter lido o texto, escreva como você explicaria para um colega as condições obrigatórias e acessórias para que uma reação química ocorra.

Os compostos tem de ter afinidade (certa) e uma afinidade com o mesmo, cada composto tem sua temperatura diferente e energias diferentes, mas uma é obrigatória terem iguais

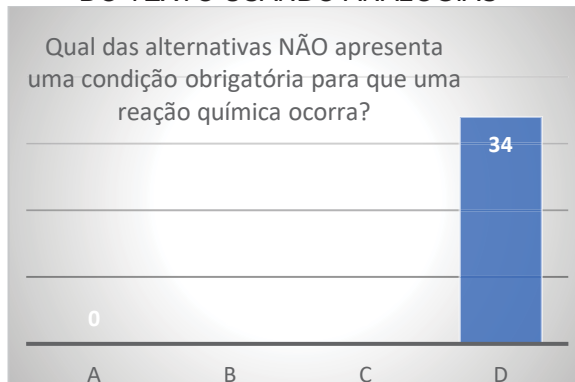


FIGURA 15 A- RESPOSTAS APÓS LEITURA DO TEXTO DO LIVRO DIDÁTICO



FONTE: O autor (2019).

FIGURA 15 B- RESPOSTAS APÓS LEITURA DO TEXTO USANDO ANALOGIAS



FONTE: O autor (2019).

Os dados obtidos indicam que a analogia em questão, foi considerada satisfatória pela maioria dos alunos participantes.

#### 4.3 – RESULTADOS INDIVIDUAIS – QUESTIONÁRIO 2.0

A seguir apresentam-se os resultados individuais dos questionários 2.0 utilizado para coleta de dados sobre o texto do LD do tema: *condições para ocorrência de uma reação química*.

A questão 2.2 “Você conhece o conteúdo apresentado no texto?” utilizada para quantificar o conhecimento dos alunos acerca do tema *condições para ocorrência de uma reação química*, quando estes estavam em posse da cópia da página do LD, tem suas respostas apresentadas na Figura 16.



FIGURA 16 – RESULTADO DA QUESTÃO 2.2 – QUESTIONÁRIO 2.0



FONTE: O autor (2019).

Dos 34 alunos que responderam a essa pergunta, 74% responderam que já conhecem o conteúdo em questão e 26% conhecem parcialmente. Da mesma forma que observado na Figura 16, esses dados apontam novamente que o conteúdo, fatores para ocorrência de uma reação química, é familiar aos alunos.

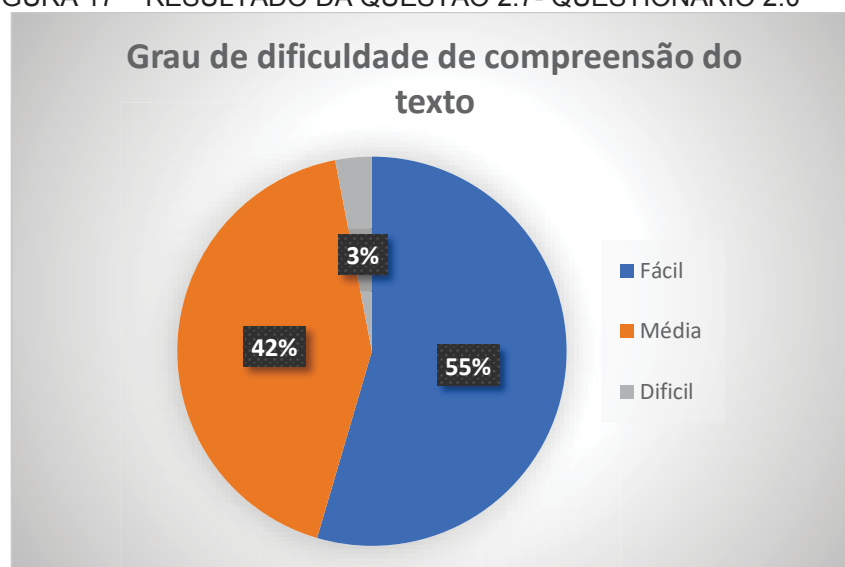
A questão 2.7, busca saber o grau de dificuldade dos alunos em relação à compreensão do texto, utilizando para isso a seguinte pergunta:

“Na sua opinião o texto é:

- ( ) de fácil compreensão, li uma vez e entendi o conteúdo
- ( ) de média compreensão, entendi o conteúdo porque já havia estudado na escola.
- ( ) de difícil compreensão, li várias vezes e não consegui compreender.”

Conforme pode ser visto na Figura 17, 55% julgaram a leitura da página do LD como sendo de fácil compreensão, 42% de média dificuldade e 3% julgaram ser muito difícil a compreensão. Comparando esses dados com os apresentados na Figura 6, a compreensão da página do LD foi considerada mais difícil do que o texto da analogia de mesmo tema.

FIGURA 17 – RESULTADO DA QUESTÃO 2.7- QUESTIONÁRIO 2.0

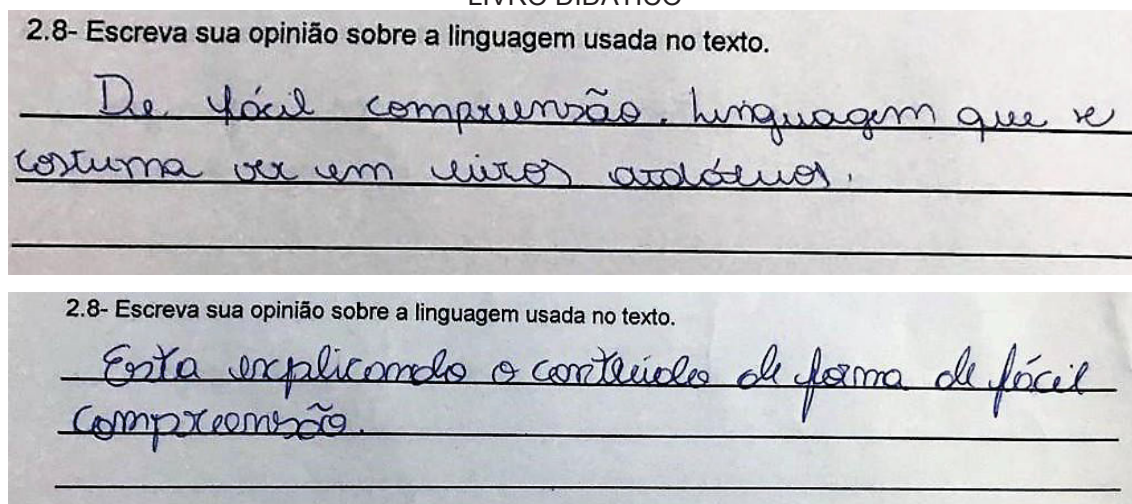


FONTE: O autor (2019).

As questões 2.8 e 4.8, buscam saber de forma descritiva qual a opinião do aluno sobre a linguagem do texto, para isso usou-se a seguinte questão: “Escreva sua opinião sobre a linguagem usada no texto.”

Em relação ao tema condições para a ocorrência de uma reação, obtivemos 34 questionários completos, destes 26 descrevem a linguagem como fácil. A Figura 18 mostra duas imagens que exemplificam essa tendência de resposta.

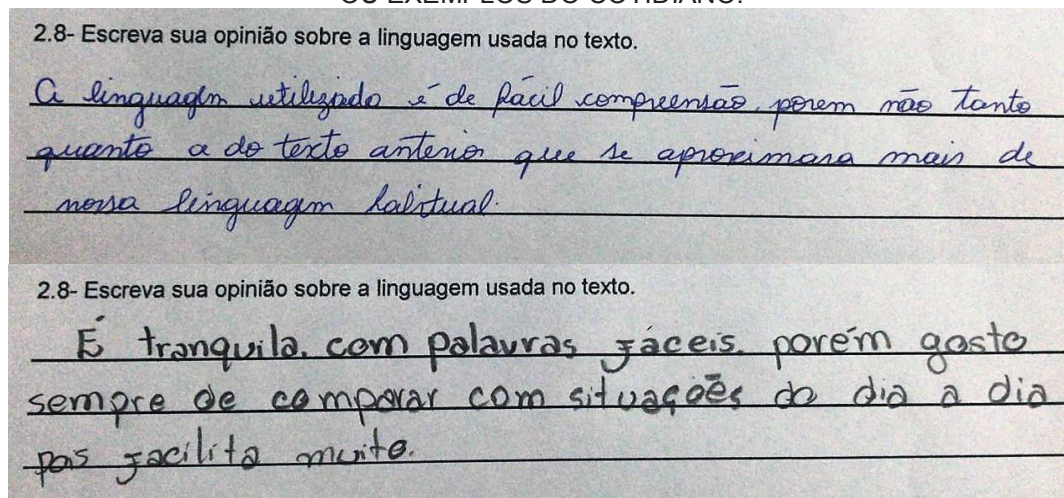
FIGURA 18 – RESPOSTA DE DOIS ALUNOS SOBRE A LINGUAGEM USADA NO TEXTO DO LIVRO DIDÁTICO



FONTE: O autor (2019).

Dois outros alunos expressaram que o texto é de fácil compreensão, todavia, informaram que prefeririam que estivessem sido usados exemplos do cotidiano ou analogia (vide Figura 19).

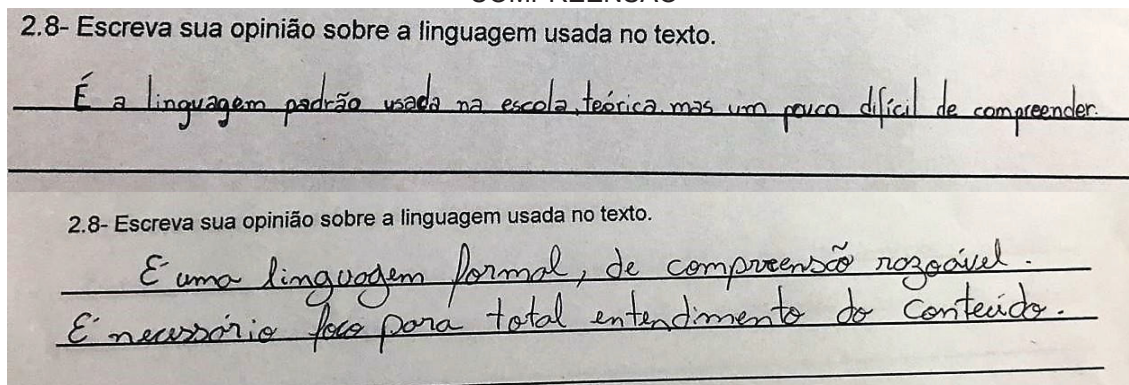
FIGURA 19 – RESPOSTA DE DOIS ALUNOS QUE PREFEREM TEXTOS COM ANALOGIA OU EXEMPLOS DO COTIDIANO.



FONTE: O autor (2019).

Seis alunos descreveram algum grau de dificuldade em relação à linguagem do texto, conforme pode ser exemplificado pelas 2 imagens constantes na figura 20.

FIGURA 20 – RESPOSTAS DE ALUNOS QUE JULGAM O TEXTO DE DIFÍCIL COMPREENSÃO



FONTE: O autor (2019).

A questão 2.9, busca saber qual a modelo de explicação os alunos utilizariam para explicar a um colega o tema em questão. Para isso usou-se a seguinte pergunta: “Depois de ter lido o texto, escreva como você explicaria para um colega as condições obrigatórias e acessórias para que uma reação química ocorra. 30 alunos responderam de forma correta utilizando uma abordagem mais tradicional, como observam-se nas imagens presentes na Figura 21.



FIGURA 21 – RESPOSTAS CORRETAS SOBRE A OCORRÊNCIA DE REAÇÕES QUÍMICAS

2.9- Depois de ter lido o texto, escreva como você explicaria para um colega as condições obrigatórias e acessórias para que uma reação química ocorra.

Que existem quatro maneiras para que ocorra a realização de uma reação química: Os reagentes de uma substância devem entrar em contato, afimidade, as partículas devem se colidir (bater) e uma energia suficiente para romper as ligações.

2.9- Depois de ter lido o texto, escreva como você explicaria para um colega as condições obrigatórias e acessórias para que uma reação química ocorra.

Para ocorrer uma reação química é necessário que haja algumas condições e há 2 fundamentais: contato entre os reagentes e a afinidade entre os mesmos.

FONTE: O autor (2019).

Dois alunos usaram ou indicaram o uso de analogias em suas falas como ilustrado pela resposta de um aluno na Figura 22.

FIGURA 22 – RESPOSTA DE UM ALUNO SOBRE A POSSIBILIDADE DE USAR ANALOGIAS.

2.9- Depois de ter lido o texto, escreva como você explicaria para um colega as condições obrigatórias e acessórias para que uma reação química ocorra.

Explicaria de um jeito mais objetivo, se ele não entendesse, então usaria analogia.

FONTE: O autor (2019).

Um aluno cometeu um equívoco na sua explicação citando que as substâncias devem ter algo em comum (vide Figura 23), e um aluno disse não ter condições de explicar.



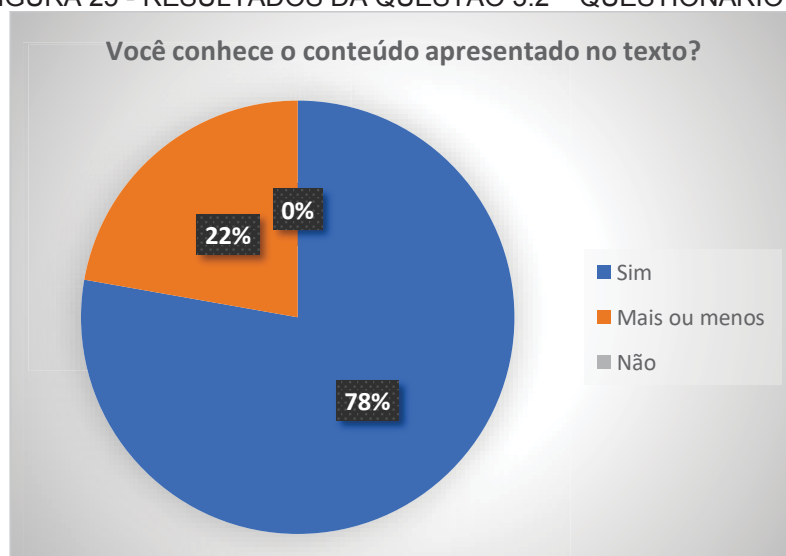
Comparando as nuvens de palavras dos questionários 1.0 (Figura 14) e 2.0 (Figura 24) observamos que a palavra compreensão apareceu em tamanho grande nas duas Figuras, reforçando a aceitação dos alunos tanto para a analogia quanto para o livro do texto didático referente a esse assunto (ocorrência de reações químicas).

#### 4.4 - RESULTADOS INDIVIDUAIS DO QUESTIONÁRIO 3.0

A seguir serão apresentados os resultados individuais do questionário 3.0 utilizado para coleta de dados sobre a da analogia do tema: *Uso do diagrama de Linus Pauling*.

A questão 3.2 “Você conhece o conteúdo apresentado no texto?” utilizada para quantificar o conhecimento dos alunos acerca do tema uso do diagrama de Linus Pauling, quando estes estavam em posse do texto da analogia, tem suas respostas apresentadas na Figura 25. Dos 27 alunos que responderam a essa questão, 78% responderam que já conheciam o conteúdo em questão e 22% conheciam parcialmente. Os dados obtidos indicam que este assunto é conhecido pelos alunos.

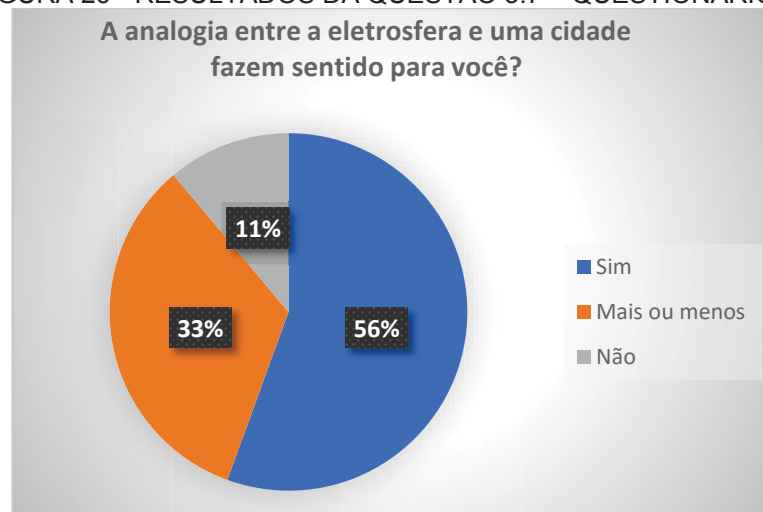
FIGURA 25 - RESULTADOS DA QUESTÃO 3.2 – QUESTIONÁRIO 3.0



FONTE: O autor (2019).

A questão 3.7, busca saber se a relação entre alvo e análogo é satisfatória, para tal usou-se a pergunta: “A analogia entre a eletrosfera e uma cidade fazem sentido para você?” Conforme pode ser observado na Figura 26, 56% dos alunos responderam sim; 33% responderam mais ou menos; 11% responderam não.

FIGURA 26 - RESULTADOS DA QUESTÃO 3.7 – QUESTIONÁRIO 3.0



FONTE: O autor (2019).

A questão 3.9, busca saber o grau de dificuldade dos alunos em relação à compreensão do texto, utilizando para isso a seguinte pergunta: “Na sua opinião o texto é:

- ( ) de fácil compreensão, li uma vez e entendi o conteúdo
- ( ) de média compreensão, entendi o conteúdo porque já havia estudado na escola.
- ( ) de difícil compreensão, li várias vezes e não consegui compreender.”

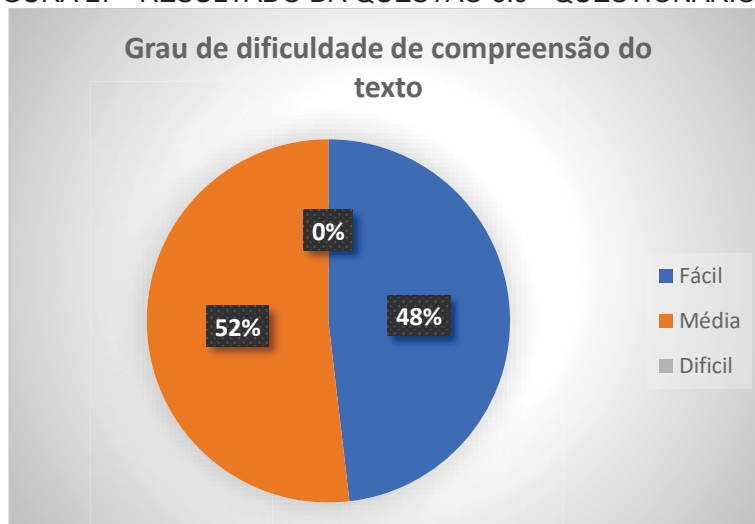
Conforme apresentado na Figura 27, 48% dos alunos julgaram a compreensão do texto como fácil e 52% julgaram a compreensão média. Esses dados apontam que aproximadamente metade dos alunos tem alguma dificuldade com a compreensão da leitura do texto da analogia em questão.

A questão 3.10 busca saber a opinião dos alunos sobre a analogia. Para tal, utilizou-se a seguinte pergunta: “Escreva sua opinião sobre a analogia utilizada no texto.” 19 alunos acreditaram que essa analogia é um bom recurso para facilitar a aprendizagem, como pode ser visto na Figura 28. 4 alunos expressaram opiniões



favoráveis à analogia, contudo, indicaram algum ponto de discordância, como pode ser observado na Figura 29.

FIGURA 27 - RESULTADO DA QUESTÃO 3.9 - QUESTIONÁRIO 3.0



FONTE: O autor (2019).

FIGURA 28 - OPINIÕES FAVORÁVEIS SOBRE O USO DE ANALOGIAS

3.10 - Escreva sua opinião sobre a analogia usada no texto.

foi uma boa analogia, com uma boa explicação através dos guos e número de cores

3.10 - Escreva sua opinião sobre a analogia usada no texto.

a analogia do texto foi de fácil compreensão pelas exemplos usados e pela escrita de forma simples.

3.10 - Escreva sua opinião sobre a analogia usada no texto.

Facilitou a compreensão do conteúdo, usando uma situação comum com algo novo a ser aprendido.

FONTE: O autor (2019).



FIGURA 29 - OPINIÕES COM RESSALVAS SOBRE O USO DE ANALOGIAS

3.10 - Escreva sua opinião sobre a analogia usada no texto.

A analogia foi muito bem colocada, mas poderia ter usado outros objetos (não ditos) para ficar menos confuso.

3.10 - Escreva sua opinião sobre a analogia usada no texto.

É interessante, mas não foi e achei vulgarante pois já sabia o conteúdo e aprendi de outra forma.

3.10 - Escreva sua opinião sobre a analogia usada no texto.

No meu caso, foi fácil entender porque eu já sabia o conteúdo, mas em algumas vezes essas comparações confundem um pouco.

3.10 - Escreva sua opinião sobre a analogia usada no texto.

Simples e direta, porém um pouco de mais as ficam repetindo, o qual resulta numa certa confusão.

FONTE: O autor (2019). 1

4 alunos expressaram opiniões desfavoráveis ao uso desta analogia, como pode ser observado na Figura 30.

Os resultados apresentados, indicam que a analogia cumpre o seu papel, no intuito de auxiliar na compreensão do conteúdo em questão, na visão dos alunos.

A questão 3.11 busca saber como os alunos explicariam o assunto abordado na analogia, neste caso, uso do diagrama de Linus Pauling, utilizando a seguinte pergunta: “Depois de ter lido o texto, escreva como você explicaria para um colega a forma de usar o diagrama de Linus Pauling para fazer a distribuição eletrônica.” 15 alunos responderam a essa questão utilizando analogias, ou indicando o uso de analogias ou outros recursos diferentes da forma tradicional, como observa-se na Figura 31.

9 alunos desenvolveram respostas que utilizam o modelo tradicional, ou seja, sem o uso de analogias. A Figura 32 ilustra essa tendência de resposta. Por fim, 3 alunos disseram não serem capaz de explicar para um colega.

A maior parte dos alunos, utilizou analogia ou alguma forma “não tradicional” na construção das respostas apresentadas acima. Isto aponta, mais uma vez, para a conclusão de que a analogia serve bem ao seu propósito de auxiliar na compreensão do conteúdo em questão.

FIGURA 30 - OPINIÕES DESFAVORÁVEIS SOBRE O USO DE ANALOGIAS

3.10 - Escreva sua opinião sobre a analogia usada no texto.

Na minha opinião, acho difícil colocar a parte teórica, muitas vezes explicado de forma racional, aquilo que aprendemos em sala, nessa analogia.

3.10 - Escreva sua opinião sobre a analogia usada no texto.

Sua analogia é um pouco complicada de entender ~~para~~ na minha opinião seria mais fácil se fosse por tabela.

3.10 - Escreva sua opinião sobre a analogia usada no texto.

Acho infantil demais esse tipo de analogia e mais tarde, se alguém aprender por esse meio pode ter problemas com o assunto.

3.10 - Escreva sua opinião sobre a analogia usada no texto.

No texto essa analogia não fez muito sentido, me confundiu.

FONTE: O autor (2019).



FIGURA 31 - EXPLICAÇÃO DADA PELOS ALUNOS USANDO ANALOGIAS

3.11- Depois de ter lido o texto, escreva como você explicaria para um colega a forma de usar o diagrama de Linus Pauling para fazer a distribuição eletrônica.

Usaria o exemplo de uma sala, que contém várias cadeiras, algumas mais "resistentes", que outras, onde se realizam as eleições.

3.11- Depois de ter lido o texto, escreva como você explicaria para um colega a forma de usar o diagrama de Linus Pauling para fazer a distribuição eletrônica.

Tentaria explicar com uma forma parecida usada no tarô, aproximando do mês e do mesmo dia a dia, para construir a diagrama tentaria ajudar com música.

3.11- Depois de ter lido o texto, escreva como você explicaria para um colega a forma de usar o diagrama de Linus Pauling para fazer a distribuição eletrônica.

Eu explicaria o diagrama de Linus Pauling, fazendo uma analogia ao sistema solar, dizendo que ~~(cada)~~ cada camada eletrônica é um planeta.

3.11- Depois de ter lido o texto, escreva como você explicaria para um colega a forma de usar o diagrama de Linus Pauling para fazer a distribuição eletrônica.

Imagine 4 amigos, Paulo, Pedro, Diego e Felipe, cada um pode hospedar uma quantidade de pessoas em sua casa. Paulo 2, Pedro 6, Diego 10 e Felipe 14. Paulo tem casa nos níveis 1, 2, 3, 4, 5 e 6 → no outro lado.

Pedro tem casas nos níveis 2, 3, 4, 5 e 6.

Diego tem nos 3, 4, 5 e 6. E Felipe nos 4 e 5.

Para organizar todos eles fazem de seguinte modo.

1 Paulo - 2			
2 Paulo - 2	2 Pedro - 6		
3 Paulo - 2	3 Pedro - 6	3 Diego - 10	
4 Paulo - 2	4 Pedro - 6	4 Diego - 10	4 Felipe - 14
5 Paulo - 2	5 Pedro - 6	5 Diego - 10	5 Felipe - 14
6 Paulo - 2	6 Pedro - 6	6 Diego - 10	
7 Paulo - 2			

3.11- Depois de ter lido o texto, escreva como você explicaria para um colega a forma de usar o diagrama de Linus Pauling para fazer a distribuição eletrônica.

*Eu explicaria utilizando uma frase, sem verso, algo fácil de decorar.*

FONTE: O autor (2019).

FIGURA 32 - EXPLICAÇÃO DADA POR UM ALUNO SEM O USO DE ANALOGIAS

3.11- Depois de ter lido o texto, escreva como você explicaria para um colega a forma de usar o diagrama de Linus Pauling para fazer a distribuição eletrônica.

*Um átomo é composto do núcleo e de mais 4 camadas, cada camada tem um número respectivo de elétrons a ser preenchido, pois tem um limite máximo.*

FONTE: O autor (2019).

Para representar quais foram as palavras mais utilizadas nas respostas dos alunos nas questões abertas, utilizou-se do gráfico chamado de **Nuvem de palavras**.

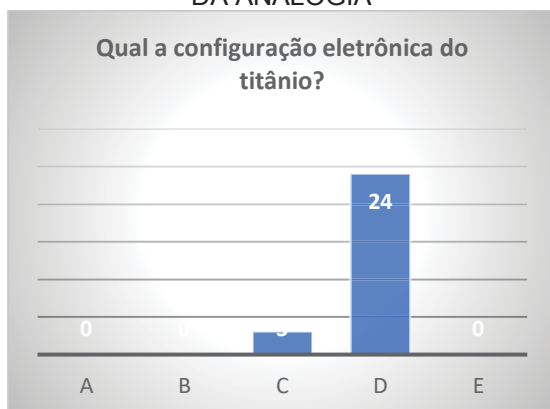
A Figura 33 apresenta a nuvem de palavras do questionário 3.0. Novamente, aparecem em destaque as palavras analogia e compreensão o que indica a boa aceitação da analogia pelos alunos.





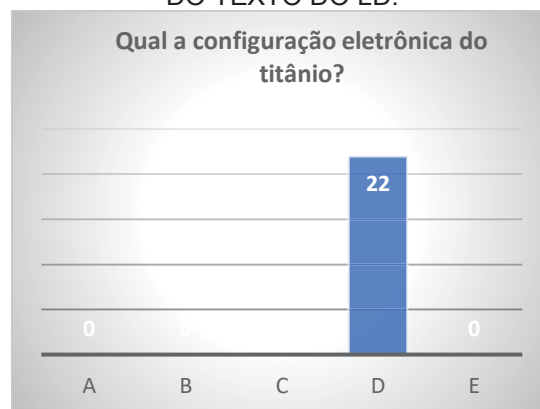
4 (questão 4.10), que foi respondido pelos alunos quando estes receberam a cópia da página do LD sobre o mesmo tema, como observado na Figura 34-B onde todos acertaram a resposta, ou seja, os resultados foram praticamente similares usando analogia ou o texto do livro didático.

FIGURA 34 -A RESPOSTAS APÓS LEITURA DA ANALOGIA



FONTE: O autor (2019).

FIGURA 34-B - RESPOSTAS APÓS LEITURA DO TEXTO DO LD.



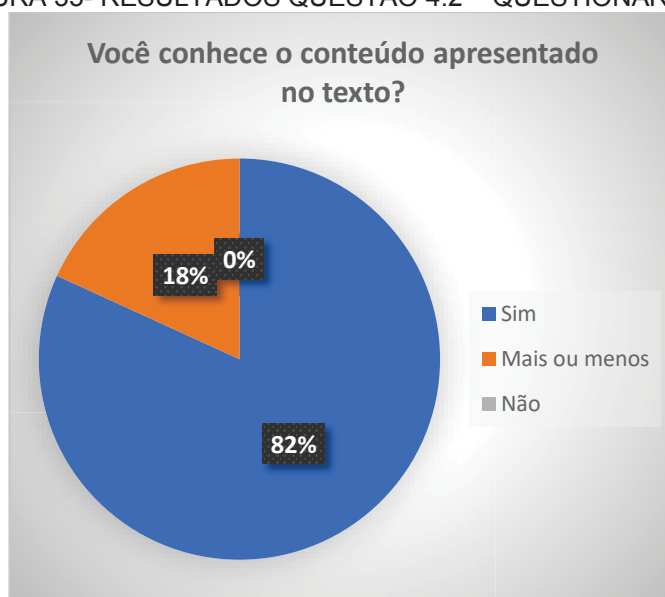
FONTE: O autor (2019).

#### 4.5 - RESULTADOS INDIVIDUAIS QUESTIONÁRIO 4.0

A seguir serão apresentados os resultados individuais do questionário 4.0 utilizado para coleta de dados sobre o texto do LD do tema: *Uso do diagrama de Linus Pauling*.

A questão 4.2 “Você conhece o conteúdo apresentado no texto?” utilizada para quantificar o conhecimento dos alunos acerca do tema uso do diagrama de Linus Pauling, quando estes estavam em posse da cópia da página do LD, tem suas respostas apresentadas na Figura 35.

FIGURA 35- RESULTADOS QUESTÃO 4.2 – QUESTIONÁRIO 4.0



FONTE: O autor (2019). 2

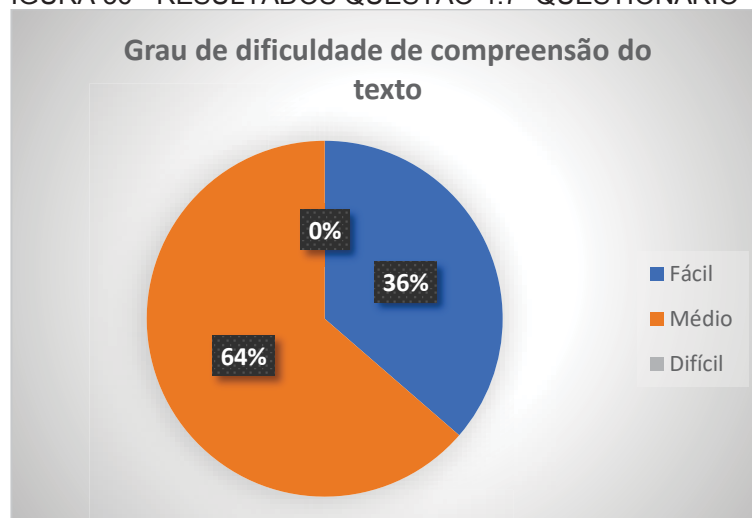
Dos 22 alunos que responderam a essa questão, 82% responderam que já conheciam o conteúdo em questão e 18% conheciam parcialmente. Os dados obtidos indicam que este assunto é conhecido pelos alunos.

A questão 4.7, busca saber o grau de dificuldade dos alunos em relação à compreensão do texto, utilizando para isso a seguinte pergunta: “Na sua opinião o texto é:

- ( ) de fácil compreensão, li uma vez e entendi o conteúdo
- ( ) de média compreensão, entendi o conteúdo porque já havia estudado na escola.
- ( ) de difícil compreensão, li várias vezes e não consegui compreender.”

Conforme apresentado na Figura 36, 36% dos alunos julgaram a compreensão do texto como fácil e 64% julgaram a compreensão média. Esses dados apontam que a maioria dos alunos tem alguma dificuldade com a compreensão da leitura da página do LD.

FIGURA 36 - RESULTADOS QUESTÃO 4.7- QUESTIONÁRIO 4.0



FONTE: O autor (2019).

A questão 4.8, busca saber a opinião dos alunos, sobre a linguagem utilizada no texto extraído do livro didático. Para tal utiliza o seguinte questionamento: "Escreva sua opinião sobre a linguagem utilizada no texto." 14 alunos responderam positivamente, alegrando que a linguagem é de fácil compreensão; a Figura 37 ilustra essa tendência de resposta. 6 alunos responderam, positivamente, mas indicaram alguns pontos de discordância. A Figura 38 ilustra essa tendência de resposta. 2 alunos responderam, negativamente, informando que a linguagem é confusa e/ou difícil. A Figura 39 representa essa tendência de resposta.

FIGURA 37 - OPINIÃO FAVORÁVEL DOS ALUNOS SOBRE A LINGUAGEM USADA NO TEXTO.

4.8- Escreva sua opinião sobre linguagem utilizada no texto.

A linguagem é facilmente compreensível ainda que o aluno não conheça o assunto por completo, pois a forma utilizada para explicar é uma linguagem utilizada no cotidiano.

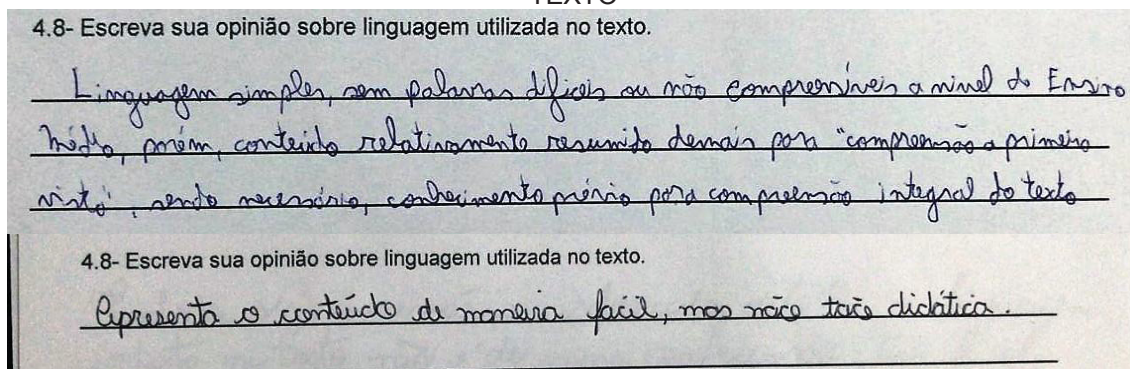
4.8- Escreva sua opinião sobre linguagem utilizada no texto.

É uma linguagem fácil e clara de usar, são palavras comuns então ajuda na compreensão.



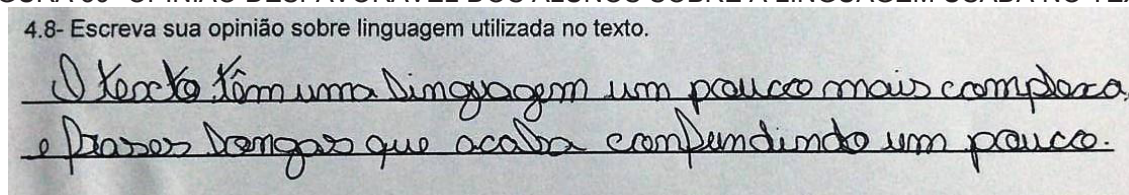
FONTE: O autor (2019).

FIGURA 38 - OPINIÃO COM RESSALVAS DOS ALUNOS SOBRE A LINGUAGEM USADA NO TEXTO



FONTE: O autor (2019).

FIGURA 39- OPINIÃO DESFAVORÁVEL DOS ALUNOS SOBRE A LINGUAGEM USADA NO TEXTO



FONTE: O autor (2019).

A questão 4.9, busca saber como os alunos explicariam o assunto abordado. Para isso utilizou-se o seguinte questionamento: “Depois de ter lido o texto, escreva como você explicaria a um colega a forma de usar o diagrama de Linus Pauling para fazer a distribuição eletrônica.” 10 alunos responderam usando uma explicação tradicional. A Figura 40 ilustra essa tendência de resposta. 6 alunos responderam usando analogia, ou indicando o uso delas. A Figura 41 representa essa tendência de resposta. 5 alunos apresentaram erros conceituais em suas respostas. A Figura 42 ilustra essa tendência de resposta.

Na Figura 42 os trechos foram sublinhados de vermelho, para apontar os equívocos cometidos pelos alunos. Nesta Figura, pode-se ver que um aluno menciona “metros” para verificar a “distância”, sendo que a distribuição eletrônica não trata da distância entre as camadas e estas também não são medidas em metros. Outro aluno menciona “número de elétrons em cada camada de valência” dando a entender que o

átomo possui mais de uma camada de valência. Além disso, 1 aluno não respondeu a essa questão.

FIGURA 40 - EXPLICAÇÃO TRADICIONAL DADA PELOS ALUNOS

4.9- Depois de ter lido o texto, escreva como você explicaria para um colega a forma de usar o diagrama de Linus Pauling para fazer a distribuição eletrônica.

Os elétrons estão organizados por camadas, cada uma delas tem um limite de valor (máximo) de acordo com o número atômico e o número de elétrons presentes

4.9- Depois de ter lido o texto, escreva como você explicaria para um colega a forma de usar o diagrama de Linus Pauling para fazer a distribuição eletrônica.

Cada número equivale a um nível de energia o qual pode comportar uma quantidade limitada de elétrons. Dentro de cada nível existem subníveis que se dividem em s, p, d, f. Cada subnível tem um número limitado de elétrons. Assim, se distribui os elétrons de cada elemento seguindo esta ordem

FONTE: O autor (2019).

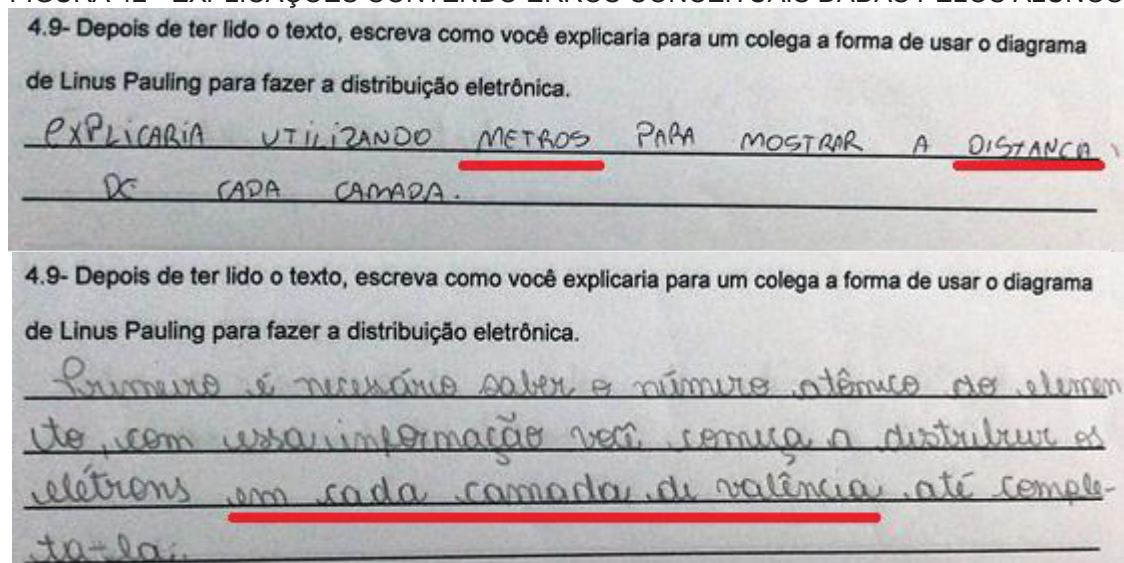
FIGURA 41 – EXPLICAÇÃO USANDO ANALOGIA DADA POR UM ALUNO

4.9- Depois de ter lido o texto, escreva como você explicaria para um colega a forma de usar o diagrama de Linus Pauling para fazer a distribuição eletrônica.

De forma como: vocábulos, músicas e exemplos que ~~se~~ com coisas que ele utiliza no dia-a-dia

FONTE: O autor (2019).

FIGURA 42 - EXPLICAÇÕES CONTENDO ERROS CONCEITUAIS DADAS PELOS ALUNOS.



FONTE: O autor (2019).

Para representar quais foram as palavras mais utilizadas nas respostas dos alunos nas questões abertas, utilizou-se do gráfico chamado de **Nuvem de palavras**.

A Figura 43 apresenta a nuvem de palavras do questionário 4.0. Pode-se ver que novamente a palavra linguagem aparece em tamanho grande por fazer parte da pergunta, mas a palavra compreensão aparece em menor tamanho, indicando que a compreensão da leitura do livro didático referente ao diagrama de Linus Pauling é de compreensão mais difícil que a leitura usando analogias.

Os dados apresentados apontam que a analogia cumpre o seu papel de auxiliar a busca pelo conhecimento na visão dos alunos, porém, talvez por se tratar de um tema com mais detalhes a serem assimilados, esta analogia poderia ser melhor ilustrada e dividida em mais etapas.





FIGURA 44 – RESULTADOS DA QUESTÃO 5.2 – QUESTIONÁRIO 5.0



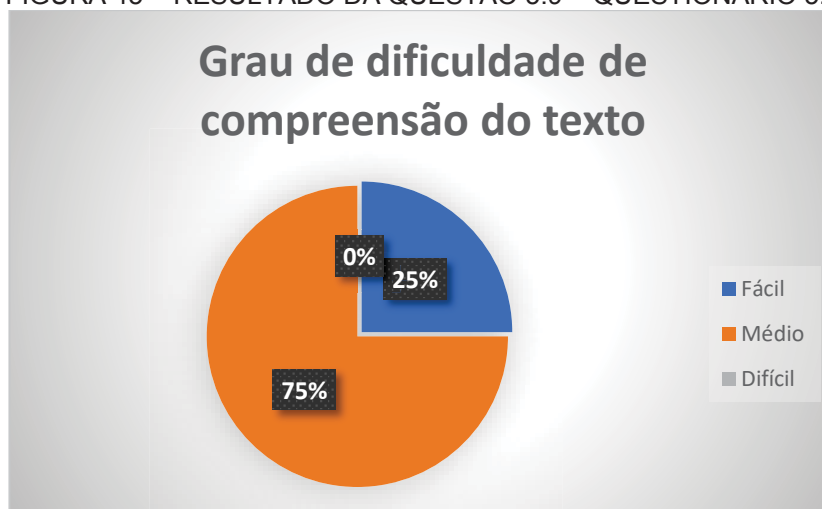
FONTE: O autor (2019).

A questão 5.9, busca saber o grau de dificuldade dos alunos em relação à compreensão do texto, utilizando para isso a seguinte pergunta: “Na sua opinião o texto é:

- ( ) de fácil compreensão, li uma vez e entendi o conteúdo
- ( ) de média compreensão, entendi o conteúdo porque já havia estudado na escola.
- ( ) de difícil compreensão, li várias vezes e não consegui compreender.”

Conforme apresentado na Figura 45, dos 32 alunos participantes 75% consideraram o texto do LD de média compreensão e 25% julgaram de fácil compreensão. Esses dados apontam que a maioria dos alunos tem alguma dificuldade com a compreensão da leitura da página do LD.

FIGURA 45 – RESULTADO DA QUESTÃO 5.9 – QUESTIONÁRIO 5.0



FONTE: O autor (2019).

A questão 5.10 busca saber a opinião dos alunos, sobre a linguagem utilizada no texto extraído do livro didático. Para tal utiliza o seguinte questionamento: “Escreva sua opinião sobre a linguagem utilizada no texto.” 18 alunos responderam que a linguagem é de fácil compreensão, como exemplificado na Figura 46. 14 alunos responderam que tiveram alguma dificuldade com a linguagem, citando que tiveram que ler várias vezes para compreender, ou que só compreenderam pois já conheciam o conteúdo, ou ainda que há o uso de termos técnicos. A Figura 47 exemplifica essas opiniões. Novamente, esses dados indicam que boa parte dos alunos têm dificuldade de compreensão durante a leitura da página do LD.

FIGURA 46 - OPINIÃO DE QUE A LINGUAGEM UTILIZADA É DE FÁCIL ENTENDIMENTO

5.10 - Escreva sua opinião sobre a linguagem utilizada no texto.

*É uma linguagem fácil, e as imagens facilitam a compreensão.*

---

5.10 - Escreva sua opinião sobre a linguagem utilizada no texto.

*É uma linguagem mais formal, porém de fácil compreensão pois uso palavras de nosso cotidiano, assim nos deixando mais familiarizados.*

5.10 - Escreva sua opinião sobre a linguagem utilizada no texto.  
 É uma linguagem formal e de fato que tem que ser, não tem outro modo para mim

FONTE: O autor (2019).

FIGURA 47 - OPINIÃO DE QUE A LINGUAGEM UTILIZADA É DE DIFÍCIL ENTENDIMENTO

5.10 - Escreva sua opinião sobre a linguagem utilizada no texto.  
 Não consigo ler como uma linguagem cotidiana pois possui termos "técnicos", o que não possui um entendimento quando é lido pelo primeiro vez.

5.10 - Escreva sua opinião sobre a linguagem utilizada no texto.  
 A linguagem do texto, é de fácil entendimento para quem tem pelo menos uma noção, para os que não tem, esta é uma linguagem um pouco difícil.

5.10 - Escreva sua opinião sobre a linguagem utilizada no texto.  
 A linguagem utilizada no texto é de fácil compreensão, portanto eu não tenho entendido o texto na primeira vez que eu li e não consigo visto o conteúdo já.

5.10 - Escreva sua opinião sobre a linguagem utilizada no texto.  
 A LINGUAGEM USADA AS VEZES É MEIO CONFUSA MAS FACILITA A COMPREENSÃO PRINCIPALMENTE COM O USO DE ILUSTRAÇÕES.

5.10 - Escreva sua opinião sobre a linguagem utilizada no texto.  
 É utilizada uma linguagem mais técnico, com palavras que dificilmente um aluno irá ouvir no seu dia-a-dia, por isso acredito que muitas pessoas tem dificuldade de compreensão.

FONTE: O autor (2019).

A questão 5.11 busca saber como os alunos explicariam o assunto abordado. Para isso utilizou-se o seguinte questionamento: "Depois de ter lido o texto, escreva como você explicaria para um colega as semelhanças e diferenças nos gráficos da ocorrência de reações endotérmicas e exotérmicas".

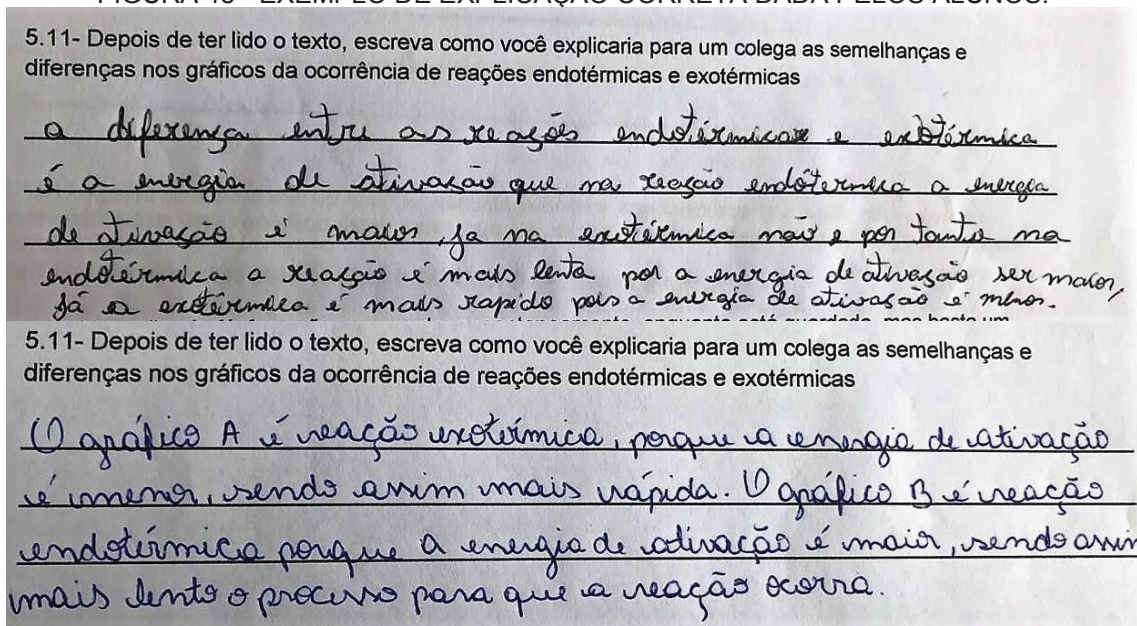
19 alunos responderam corretamente como pode ser visto na Figura 48 que exemplifica explicações corretas. 13 alunos apresentaram algum erro nas suas explicações conforme pode ser visto na Figura 50, que exemplifica explicações



erradas. Nenhuma das respostas utilizou ou mencionou o uso de analogias ou de outro tipo de recurso, todas as respostas tendem a um método tradicional de explicação.

Na Figura 49 os trechos sublinhados de vermelho apontam os equívocos cometidos pelos alunos. Um aluno escreve “quantidade de reagentes é maior”, entretanto os gráficos em questão não expressam quantidades de reagentes e sim energia. Outro aluno escreve “se subir é uma reação endotérmica e se descer é uma reação exotérmica”, porém a distinção entre reações exotérmicas e endotérmicas está na relação de absorção ou liberação de energia. Um outro aluno escreve “nas reações exotérmicas a energia de ativação se encontra entre os reagentes” e “na reação exotérmica a energia de ativação está no exterior”, pode-se concluir que estes alunos estão com conceitos confusos e/ou errados.

FIGURA 48 - EXEMPLO DE EXPLICAÇÃO CORRETA DADA PELOS ALUNOS.



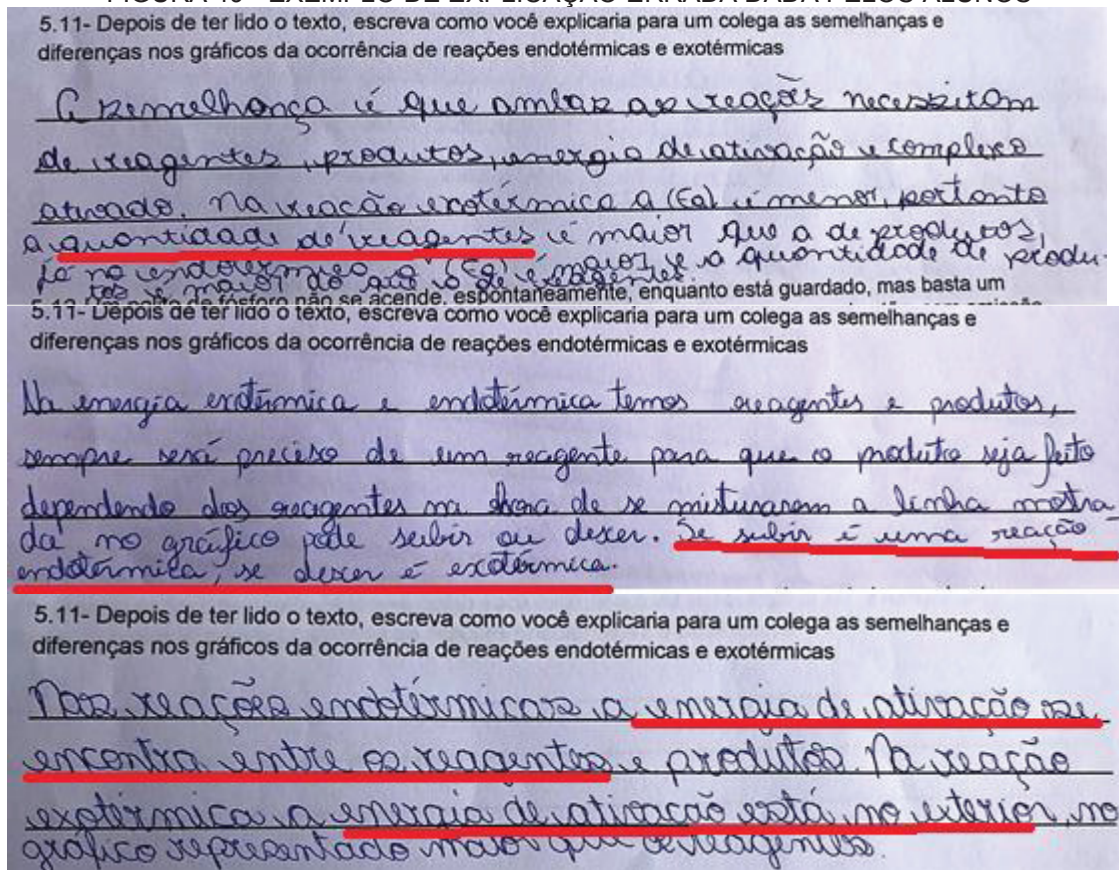
FONTE: O autor (2019).

Para representar quais foram as palavras mais utilizadas nas respostas dos alunos nas questões abertas, utilizou-se do chamado de **Nuvem de palavras**. A Figura 50 apresenta a nuvem de palavras do questionário 5.0. Novamente a palavra linguagem aparece em destaque, conforme esperado e comentado anteriormente. As



palavras compreensão, texto e fácil também aparecem em bom tamanho indicando que não houve rejeição ao texto didático fornecido.

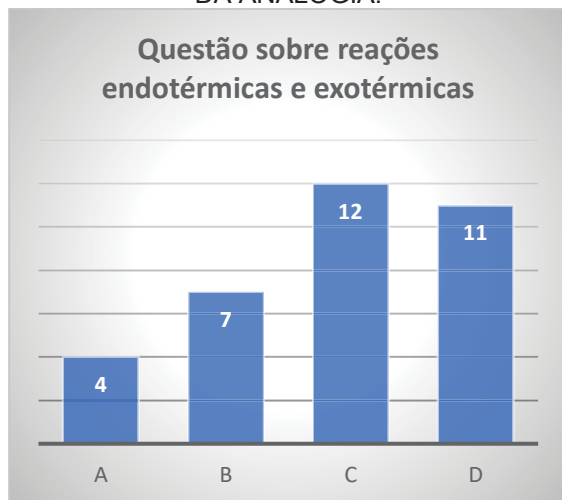
FIGURA 49 - EXEMPLO DE EXPLICAÇÃO ERRADA DADA PELOS ALUNOS



FONTE: O autor (2019).

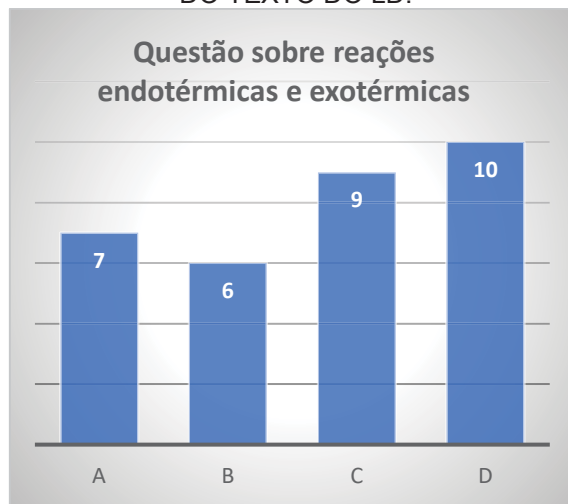


FIGURA 51-A RESPOSTAS APÓS LEITURA DA ANALOGIA.



FONTE: O autor (2019).

FIGURA 51-B RESPOSTAS APÓS LEITURA DO TEXTO DO LD.



FONTE: O autor (2019).

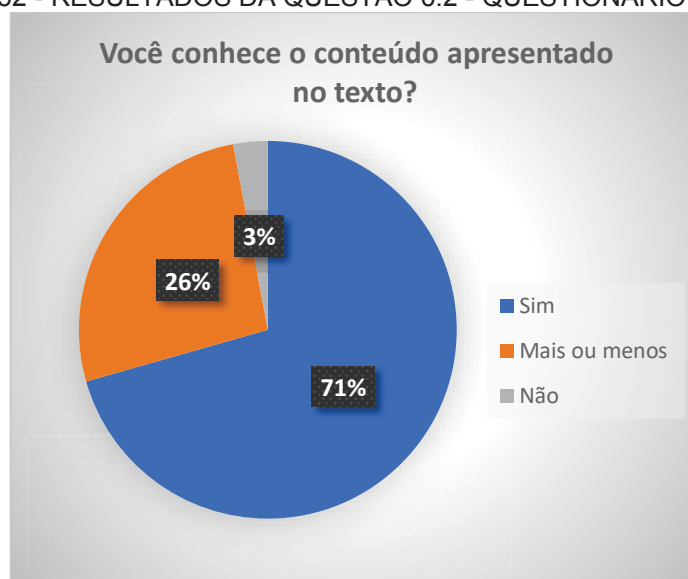
A questão 6.12 (Figura 51-A) traz o mesmo teste da questão 5.12 (Figura 51-B), mas foi respondida por 34 alunos da mesma turma, quando estes estavam analisando a analogia sobre o mesmo tema. Em ambos os testes a alternativa correta é a alternativa D. Os dados apresentados mostraram que os alunos têm certa dificuldade de compreensão na leitura da página do LD e que além disso os resultados dos testes 5.12 e 6.12 indicam que os alunos têm dificuldade neste conteúdo.

#### 4.7 - RESULTADOS INDIVIDUAIS QUESTIONÁRIO 6.0

A seguir serão apresentados os resultados individuais do questionário 6.0 utilizado para coleta de dados sobre a analogia do tema: *Gráficos de cinética*.

A questão 6.2 “Você conhece o conteúdo apresentado no texto?”, têm suas respostas apresentadas na Figura 52. Dos 34 alunos participantes, 71% responderam que conheciam o conteúdo, 26% que conheciam parcialmente e 3% que desconheciam. Esses dados apontam novamente que o tema em questão é conhecido da maioria dos estudantes.

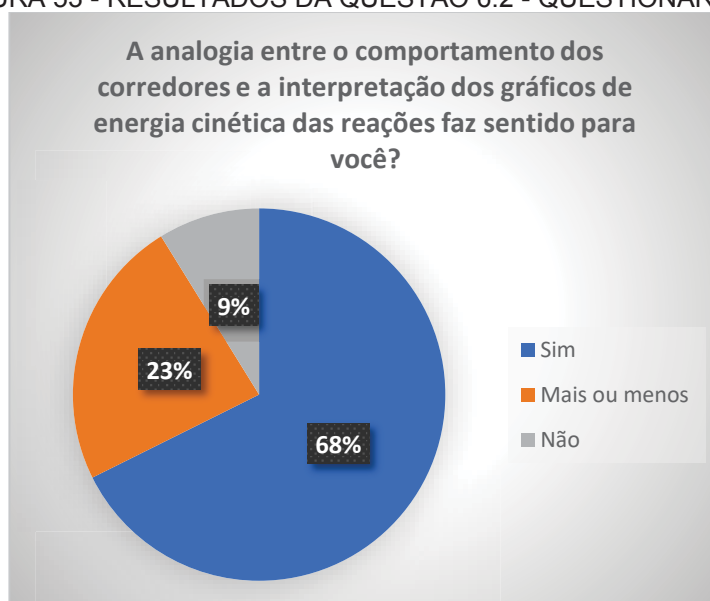
FIGURA 52 - RESULTADOS DA QUESTÃO 6.2 - QUESTIONÁRIO 6.0



FONTE: O autor (2019).

A questão 6.7, busca saber se a relação entre alvo e análogo é satisfatória, para tal usou-se a pergunta: "A analogia entre o comportamento dos corredores e a interpretação dos gráficos de energia cinética das reações faz sentido para você?" Conforme pode ser observado na Figura 53, 68% dos alunos responderam sim e 23% responderam mais ou menos; 9% responderam não.

FIGURA 53 - RESULTADOS DA QUESTÃO 6.2 - QUESTIONÁRIO 6.0



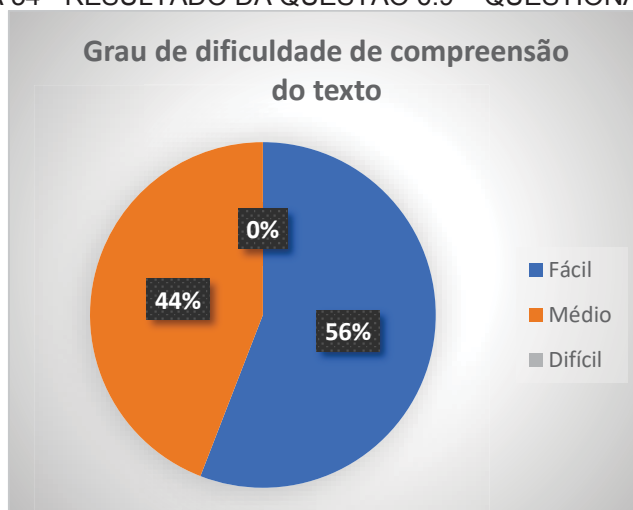
FONTE: O autor (2019).

A questão 6.9, busca saber o grau de dificuldade dos alunos em relação à compreensão do texto, utilizando para isso a seguinte pergunta: “Na sua opinião o texto é:

- ( ) de fácil compreensão, li uma vez e entendi o conteúdo
- ( ) de média compreensão, entendi o conteúdo porque já havia estudado na escola.
- ( ) de difícil compreensão, li várias vezes e não consegui compreender.”

Na Figura 54, podemos ver que 56% dos alunos acharam a analogia sobre os gráficos de cinética de fácil compreensão e 44% acharam de média compreensão.

FIGURA 54 - RESULTADO DA QUESTÃO 6.9 – QUESTIONÁRIO 6.0



FONTE: O autor (2019).

A questão 6.10 busca saber a opinião dos alunos em relação à linguagem utilizada no texto, para tal, usou-se o seguinte questionamento: “Escreva sua opinião sobre a analogia utilizada no texto.”

Dos 32 alunos que responderam este questionário, 5 alunos responderam não saber o que é uma analogia. 2 alunos responderam que a analogia é de difícil compreensão, ou que, mesmo achando a analogia útil, indicaram algum ponto de discordância.

A Figura 55 ilustra essa tendência de resposta. Um deles escreveu : - “De início ao observar o Figura de reação exotérmica, ao comparar com o atleta, parece que este pulou de uma altura mais elevada, e a Figura de reação endotérmica parece que o corredor terminou seu salto numa altura mais elevada, isso complica um pouco o raciocínio, entretanto com a leitura do texto é possível interpretar as Figuras mas com



um pouco de dificuldade.” 25 alunos responderam de forma positiva, mostrando que a analogia ajuda no entendimento do conteúdo. A Figura 56 ilustra essa tendência de resposta.

FIGURA 55 - OPINIÃO DESFAVORÁVEL DOS ALUNOS SOBRE A ANALOGIA USADA

6.10 - Escreva sua opinião sobre a analogia usada no texto.

De difícil compreensão, pois a comparação com o atleta o deixou confuso.

6.10 - Escreva sua opinião sobre a analogia usada no texto.

De início, ao observar a figura de reação exotérmica, eu comparei com o atleta, porque que este pula de uma altura mais elevada, e a figura de reação endotérmica parece que o corredor termina em uma altura mais elevada, isso complica um pouco o raciocínio, entretanto, com a leitura do texto, é possível interpretar as figuras, mas com um pouco de dificuldade.

6.11 - Resposta da finalidade do texto, escreva como você explicaria para um colega as semelhanças e

FONTE: O autor (2019).

FIGURA 56 - OPINIÃO FAVORÁVEL DOS ALUNOS SOBRE A ANALOGIA USADA

6.10 - Escreva sua opinião sobre a analogia usada no texto.

A analogia utilizada no texto ajuda em uma melhor compreensão, no entanto alguém que nunca viu o conteúdo pode não entender 100% de maneira eficaz.

6.10 - Escreva sua opinião sobre a analogia usada no texto.

Achei a analogia bem feita, porque o corredor é um bom exemplo para facilitar a compreensão.

6.10 - Escreva sua opinião sobre a analogia usada no texto.

Muito boa para a compreensão do texto, faz uma comparação de fácil entendimento.



6.10 - Escreva sua opinião sobre a analogia usada no texto.

Palavras do uso cotidiano, exemplos e imagens facilitaram a compreensão.

6.10 - Escreva sua opinião sobre a analogia usada no texto.

É melhor para entender, diferente dos livros que dizem um que é muito mais complicado, pois, não usam uma "fórmula" para a facilitação do conteúdo.

6.10 - Escreva sua opinião sobre a analogia usada no texto.

A analogia utilizada no texto é ótima para a compreensão, pois a associação da matéria desconhecida com exemplos do cotidiano funciona perfeitamente.

FONTE: O autor (2019).

A questão 6.11 busca saber como os alunos explicariam o assunto abordado no texto, para isso utilizou-se a seguinte pergunta: "Depois de ter lido o texto, escreva como você explicaria para um colega as semelhanças e diferenças nos gráficos da ocorrência de reações endotérmicas e exotérmicas." 15 alunos responderam utilizando analogias, porém alguns apresentaram erros. A Figura 57 ilustra essa tendência de resposta.

FIGURA 57 - EXPLICAÇÃO DADA PELOS ALUNOS USANDO ANALOGIA

6.11- Depois de ter lido o texto, escreva como você explicaria para um colega as semelhanças e diferenças nos gráficos da ocorrência de reações endotérmicas e exotérmicas

Está explicando que se primeiro gráfico exotermico libera calor enquanto no endotermico está ocorrendo o processo de absorção de calor, dificultando a correção e a curva a monotônica.

6.11- Depois de ter lido o texto, escreva como você explicaria para um colega as semelhanças e diferenças nos gráficos da ocorrência de reações endotérmicas e exotérmicas

*Que as reações exotérmicas e endotérmicas são como corredores preparados para uma corrida. A exotérmica é um corredor preparado que começa com a energia no topo, passa por um momento de grande esforço e depois vai diminuindo. Já o caso do endotérmico.*

6.12- Um palito de fósforo não se acende espontaneamente, precisa de uma energia.

*É como um corredor não preparado que começa com pouca energia, passa por um grande momento de esforço e termina com mais energia do que no começo.*

6.11- Depois de ter lido o texto, escreva como você explicaria para um colega as semelhanças e diferenças nos gráficos da ocorrência de reações endotérmicas e exotérmicas

*Quando o corredor profissional vence sua função utilizando da energia necessária e liberando grande energia, já o outro que não é profissional, tem uma energia diferente, e depois liberando menos energia.*

6.11- Depois de ter lido o texto, escreva como você explicaria para um colega as semelhanças e diferenças nos gráficos da ocorrência de reações endotérmicas e exotérmicas

*Eu utilizaria, provavelmente, alguma analogia que facilitaria a compreensão do meu colega sobre o assunto que está sendo abordado.*

FONTE: O autor (2019).

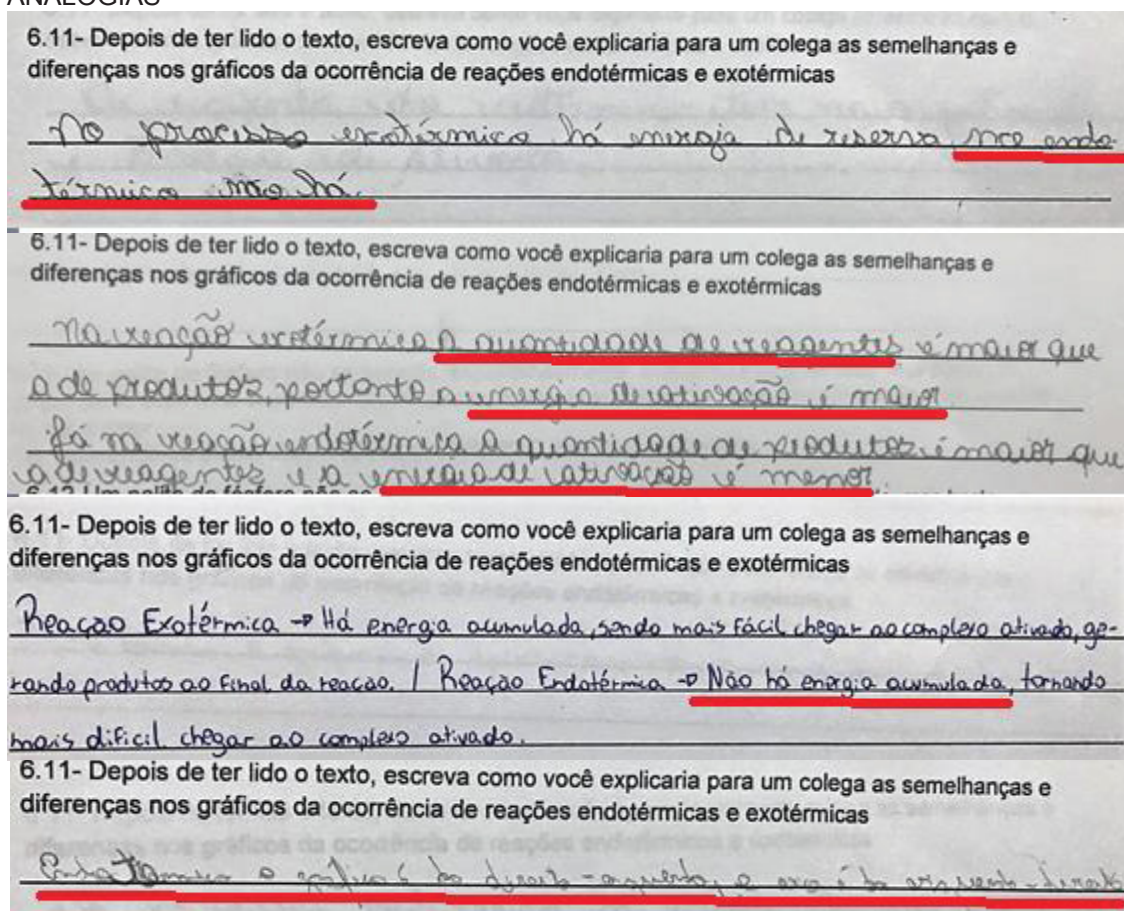
Na Figura 57, o primeiro aluno não faz um bom uso da analogia, pois receber calor não é algo que dificulte a reação endotérmica de acontecer, pelo contrário, é necessário a absorção de energia externa para que esse tipo de reação ocorra. Há uma confusão com cinética e equilíbrio químico nessa resposta. O segundo aluno usou o espaço destinado à resposta e mais o rodapé da página para concluir sua resposta. Nessa analogia o aluno usa o comparativo de forma correta e semelhante ao texto apresentado. O terceiro aluno cometeu um equívoco pois quando o aluno finaliza deveria ter escrito que o corredor não profissional (reação endotérmica) necessita de energia externa e não que ela libera energia. O quarto aluno disse que usariam analogias para explicar a um colega o tema em questão.

13 alunos responderam de forma equivocada e sem o uso de analogias a questão 6.11 (vide Figura 58). Os trechos sublinhados de vermelho indicam o erro. Um aluno escreveu “no endotérmico não há (energia)”, ambos os processos possuem energia inicial. Nenhum dos gráficos parte do zero. Outro aluno escreveu “a



quantidade de reagentes” e “a energia de ativação é maior”. Os gráficos não tratam de quantidade de reagentes ou produtos. Esse aluno também inverteu as palavras maior e menor em relação à energia de ativação. Um outro aluno escreveu “não há energia acumulada” e outro escreveu “na endotérmica o gráfico é da direita-esquerda e na exotérmica é esquerda-direita”, ambos os gráficos têm leitura ocidental da esquerda para direita. 4 alunos não souberam responder à referida questão.

FIGURA 58 - EXPLICAÇÃO ERRADA DADA PELOS ALUNOS SEM O USO DE ANALOGIAS



FONTE: O autor (2019).

Para representar quais foram as palavras mais utilizadas nas respostas dos alunos nas questões abertas, utilizou-se do gráfico chamado de **Nuvem de palavras**.

A Figura 59 apresenta a nuvem de palavras do questionário 6.0. A palavra analogia aparece em maior tamanho seguida das palavras compreensão, texto e conteúdo fácil, indicando a boa aceitação dos alunos pela analogia usada.

Comparando as respostas obtidas para o tema, acerca da cinética química, observou-se que os alunos apresentam dificuldade de interpretação de gráficos e que



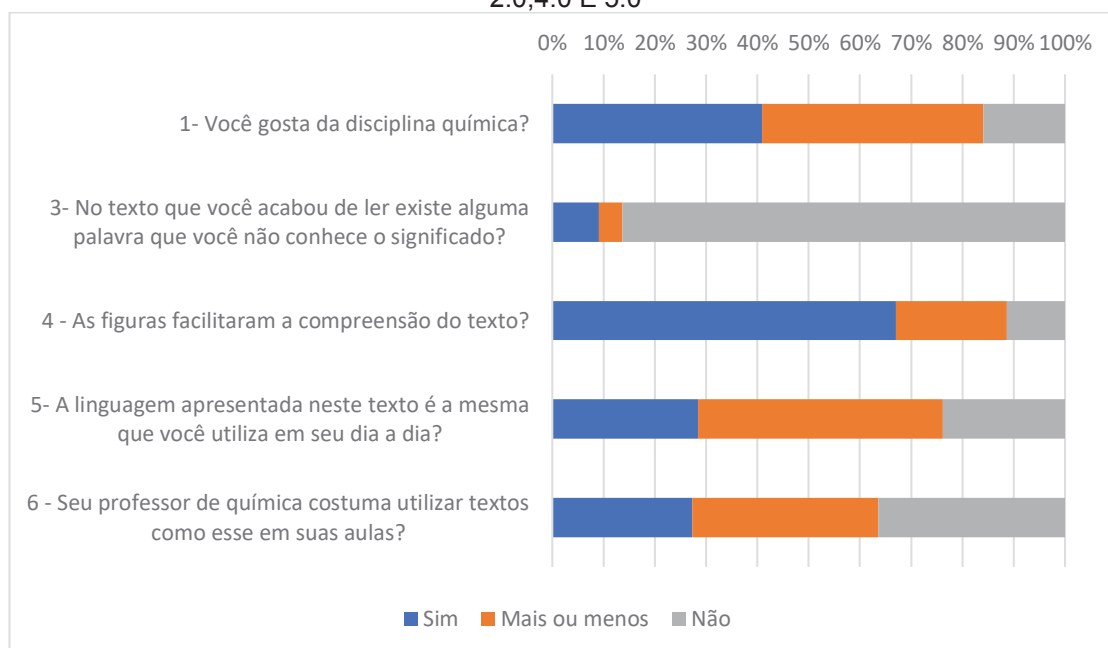
desconhecida no texto, 5% mais ou menos e 9% responderam sim. Vale lembrar que quando os alunos responderam a essa questão eles estavam analisando a página do LD. Os dados apontam que as palavras utilizadas pelo LD são familiares dos alunos.

Na questão 4 “As figuras facilitam a compreensão do texto?” 67% responderam que sim, 22% mais ou menos e 11% não. Esses dados indicam que as figuras utilizadas pelo LD são facilitadoras da compreensão do conteúdo.

Na questão 5 “A linguagem apresentada neste texto é a mesma que você utiliza em seu dia a dia?” 28% disseram que sim, 48% mais ou menos e 24% responderam que não é semelhante. Esses dados indicam que a linguagem do LD é muito distante da linguagem cotidiana dos estudantes.

Na questão 6 “Seu professor de química costuma utilizar textos como esse em suas aulas?” 27% respondeu que sim, 37% mais ou menos e 36% respondeu não. Os dados obtidos nessa questão indicam que o professor não utiliza o texto como os do LD em suas aulas.

FIGURA 60 - RESPOSTAS DAS QUESTÕES AGRUPADAS 1, 3, 4, 5 E 6 – QUESTIONÁRIOS 2.0, 4.0 E 5.0



FONTE: O autor (2019).

#### 4.9 – QUANTIFICAÇÃO DOS SENTIMENTO DAS RESPOSTAS

Uma das maneiras para determinar o sentimento de um texto (mensagem) é associar cada palavra do texto de maneira individual a uma perspectiva negativa ou



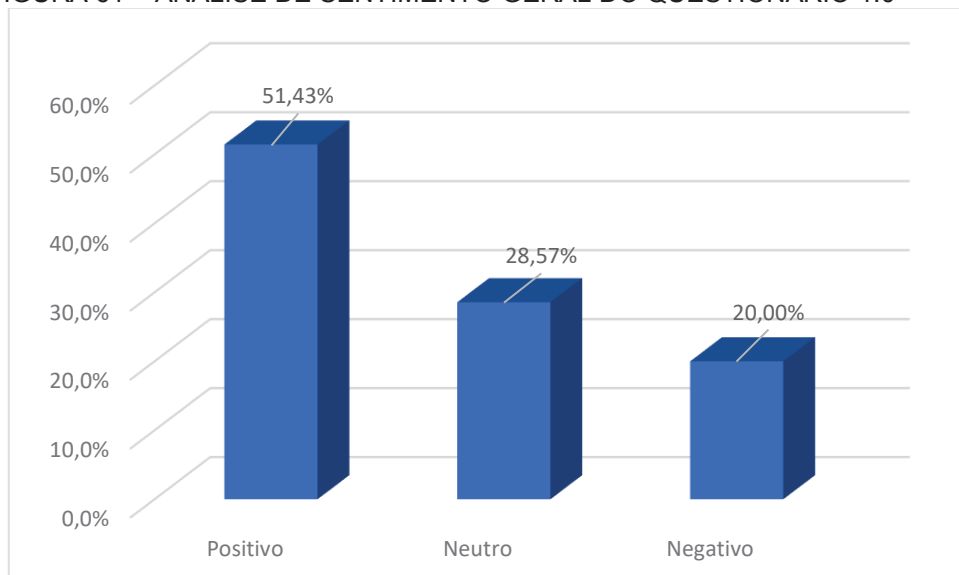
positiva. O sentimento que a palavra quis expressar pode ser encontrado em um dicionário de sentimentos. Para cada palavra, o dicionário traduz o sentimento como positivo ou negativo. Caso a palavra tenha um sentimento positivo, ela tem pontuação mais um. Caso o sentimento da palavra seja negativo, ela tem pontuação -1. Se a palavra for neutra, ou seja, nenhum sentimento associado, a palavra tem pontuação zero.

Para analisar o sentimento dos alunos ao responder as questões abertas, utilizou-se três dicionários, `oplexicon_v3.0` e `sentiLex_lem_PT02`, ambos do pacote `lexiconPT` e o dicionário de sentimentos do [Kaggle](#).

Para aproveitar melhor os dicionários, ao invés de utilizá-los separadamente, juntou-se os três dicionários em um único dicionário. O segundo passo foi filtrar as palavras que não indicam um sentimento em relação à marca. Após isto, associou o sentimento à palavra digitada. Assim, para quantificar o sentimento, foi considerado a pontuação +1 para sentimentos positivos e -1 para sentimentos negativos.

Conforme observado na Figura 61, a análise de sentimento para as palavras mais recorrentes utilizadas nas respostas do questionário 1.0, são positivas.

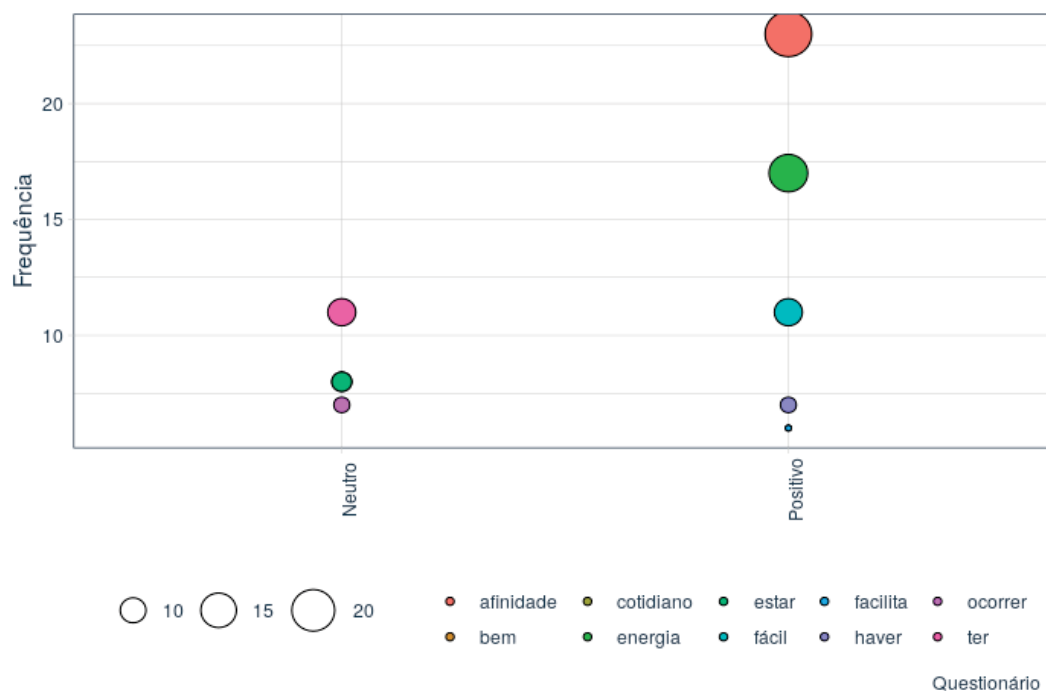
FIGURA 61 – ANÁLISE DE SENTIMENTO GERAL DO QUESTIONÁRIO 1.0



FONTE: O autor (2019).

A Figura 62 apresenta a análise das dez palavras mais recorrentes nas respostas ao questionário 1.0. Observa-se que nesta análise nenhuma das 10 palavras mais usadas, apresenta um sentimento classificado como negativo.

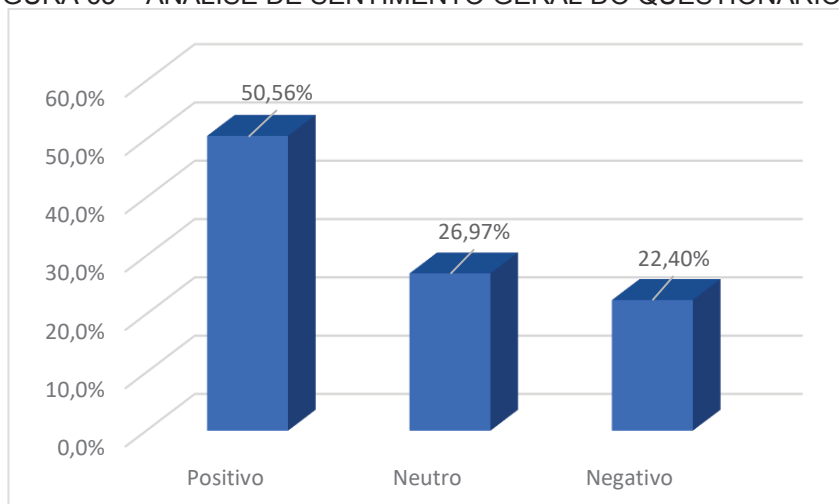
FIGURA 62 – ANÁLISE DE SENTIMENTO DAS 10 PALAVRAS MAIS USADAS NAS RESPOSTAS DAS QUESTÕES ABERTAS DO QUESTIONÁRIO 1.0



FONTE: O autor (2019).

Na Figura 63 observa-se que as palavras mais usadas são positivas para responder às questões abertas do questionário 2.0.

FIGURA 63 – ANÁLISE DE SENTIMENTO GERAL DO QUESTIONÁRIO 2.0

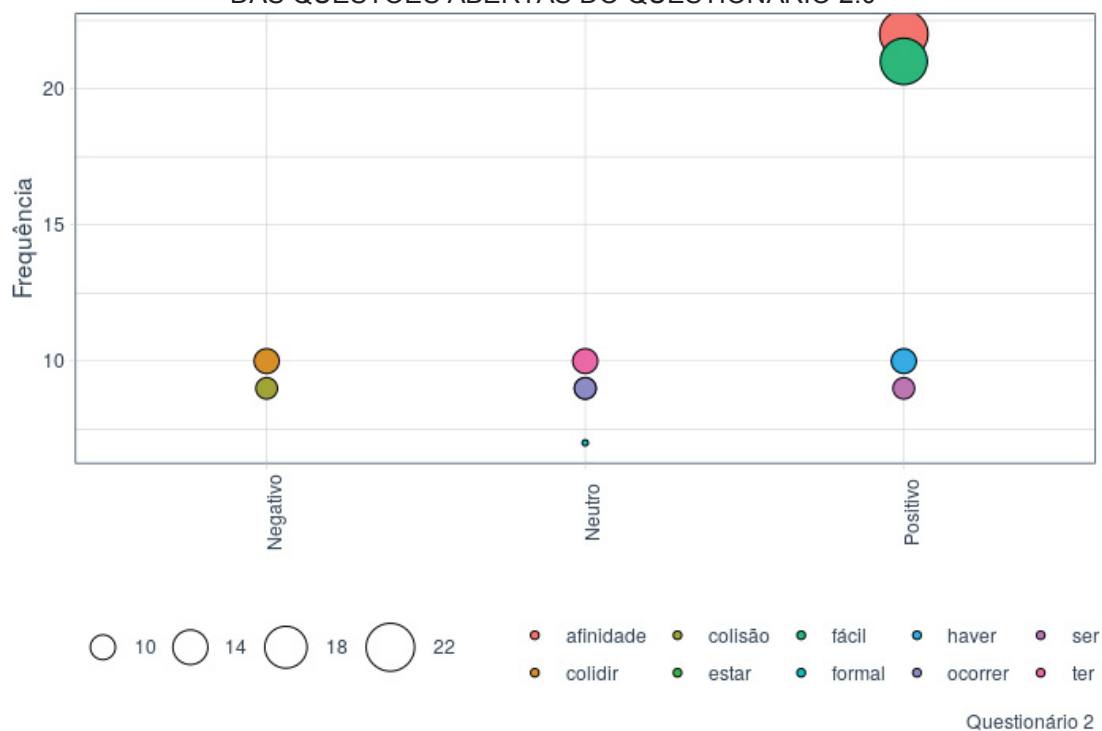


FONTE: O autor (2019).

Agora, selecionando as dez palavras mais utilizadas, vamos verificar quais são positivas e negativas, conforme apresentado na Figura 64. Nota-se que a maioria das 10 palavras mais usadas para responder as perguntas abertas do questionário

2.0 são positivas e, pelo tamanho dos *bubbles*, também são as mais frequentes, apesar de ter algumas negativas também

FIGURA 64 - ANÁLISE DE SENTIMENTO DAS 10 PALAVRAS MAIS USADAS NAS RESPOSTAS DAS QUESTÕES ABERTAS DO QUESTIONÁRIO 2.0

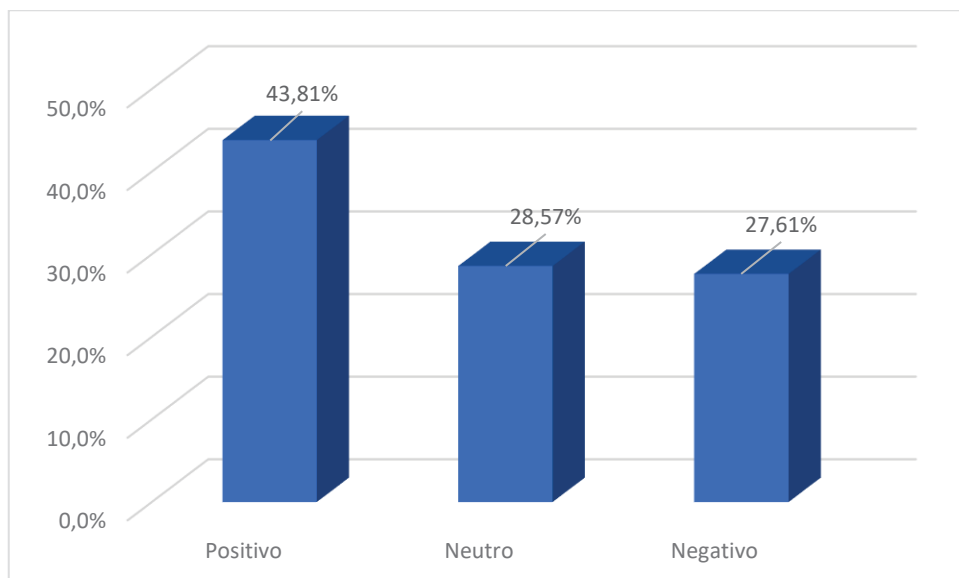


FONTE: O autor (2019).

Na Figura 65 temos a análise de sentimento geral do questionário 3.0, e mais uma vez as palavras mais recorrentes são positivas.

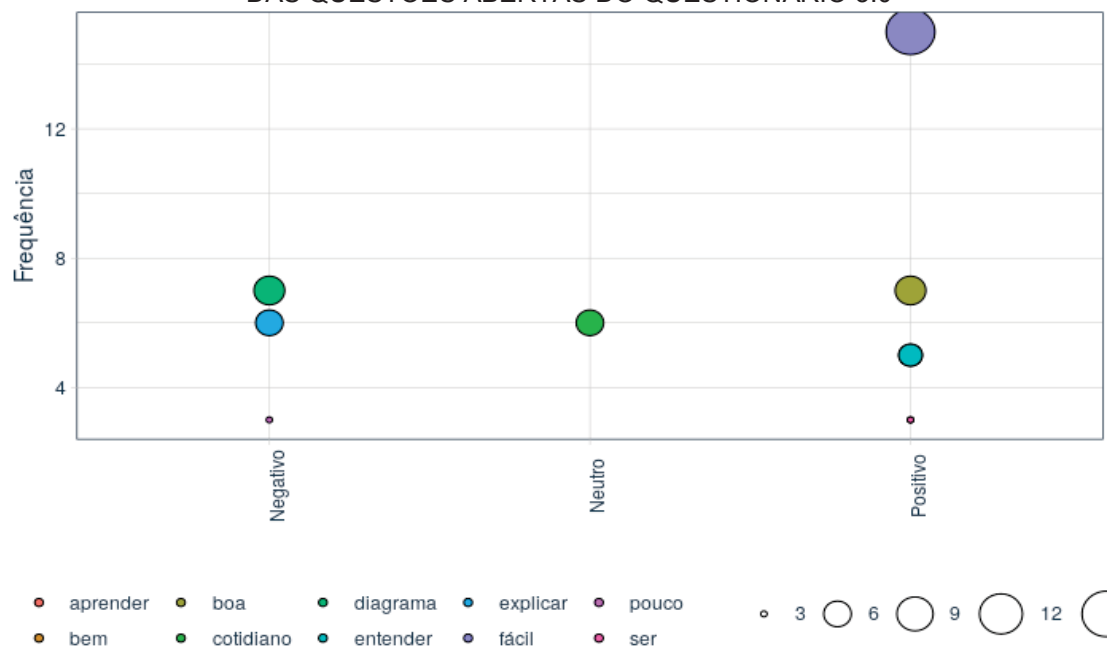
Agora, selecionando as dez palavras mais utilizadas, vamos verificar quais são positivas e negativas. Nota-se na Figura 66 que a maioria das 10 palavras mais usadas para responder as perguntas abertas do questionário 3.0 são positivas e, pelo tamanho dos *bubbles*, também são as mais frequentes, apesar de ter algumas negativas também.

FIGURA 65 – ANÁLISE DE SENTIMENTO GERAL DO QUESTIONÁRIO 3.0



FONTE: O autor (2019).

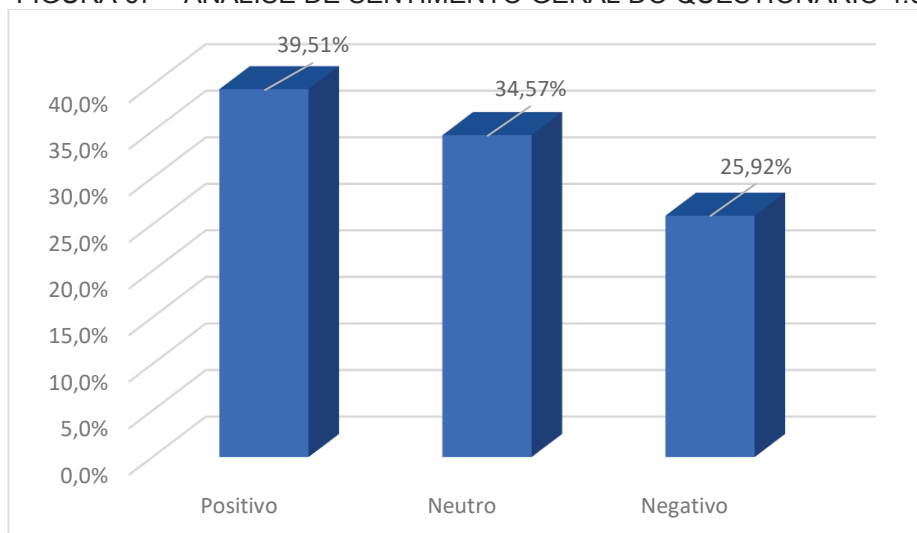
FIGURA 66 - ANÁLISE DE SENTIMENTO DAS 10 PALAVRAS MAIS USADAS NAS RESPOSTAS DAS QUESTÕES ABERTAS DO QUESTIONÁRIO 3.0



FONTE: O autor (2019).

Conforme apresentado na Figura 67 a análise do sentimento geral das palavras utilizadas para as respostas abertas do questionário 4.0 apresentaram-se em sua maioria como palavras neutras. Mesmo assim, as palavras mais positivas foram mais frequentes que as negativas.

FIGURA 67 – ANÁLISE DE SENTIMENTO GERAL DO QUESTIONÁRIO 4.0



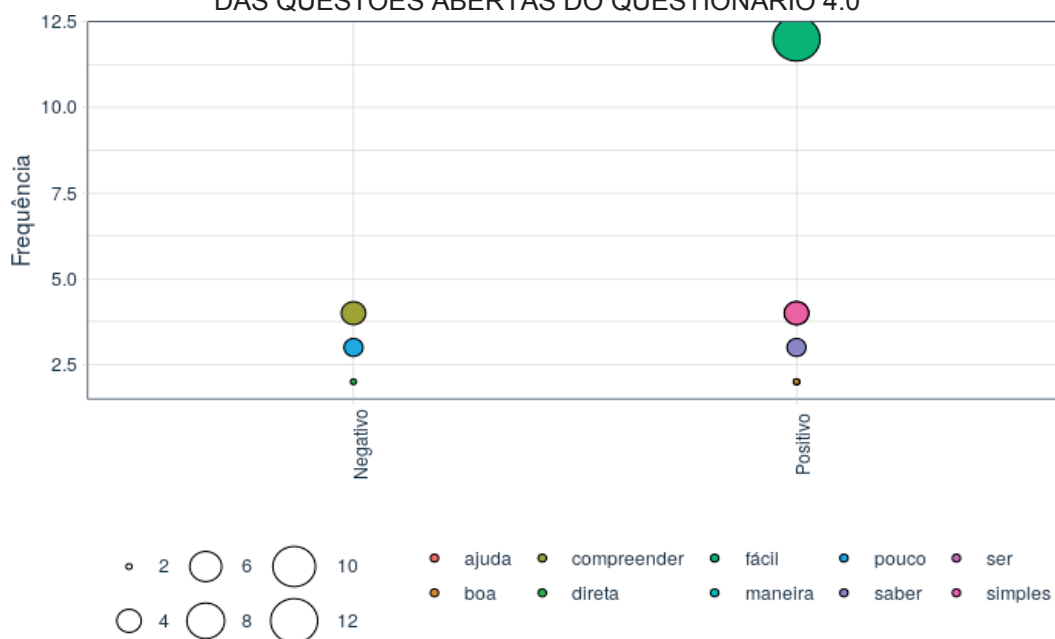
FONTE: O autor (2019).

Conforme apresentado na Figura 68 as dez palavras mais usadas nas respostas do questionário 4.0 são classificadas como positivas e, pelo tamanho dos *bubbles*, também são as mais frequentes, apesar de ter algumas negativas também.

Na Figura 69 apresenta-se o sentimento geral das palavras utilizadas nas respostas abertas do questionário 5.0. Conforme observado as palavras mais usadas são positivas.

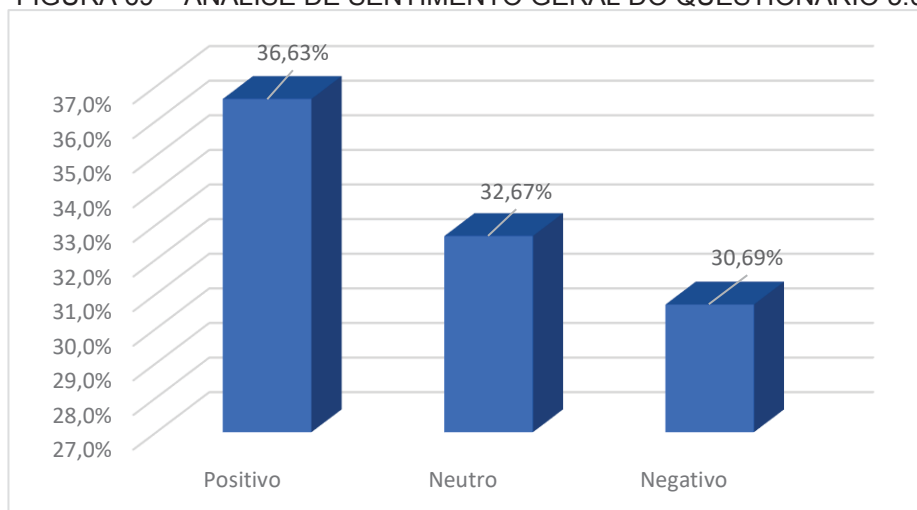


FIGURA 68 – ANÁLISE DE SENTIMENTO DAS 10 PALAVRAS MAIS USADAS NAS RESPOSTAS DAS QUESTÕES ABERTAS DO QUESTIONÁRIO 4.0



FONTE: O autor (2019).

FIGURA 69 – ANÁLISE DE SENTIMENTO GERAL DO QUESTIONÁRIO 5.0



FONTE: O autor (2019).

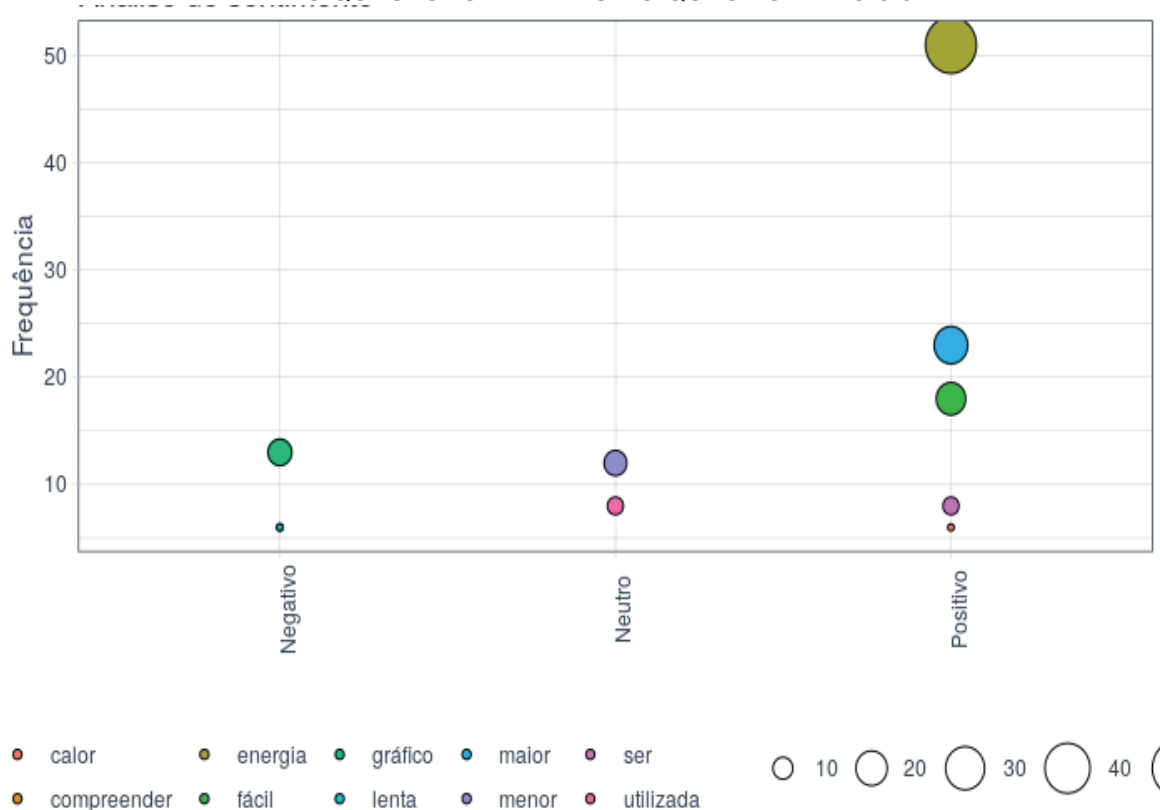
Ao destacarmos as dez palavras mais utilizadas, verifica-se quais são positivas e negativas. Verificou-se que a maioria das 10 palavras mais usadas para responder as perguntas abertas do questionário 5.0 são positivas e, pelo tamanho dos *bubbles*, também são as mais frequentes, apesar de ter algumas negativas também (vide Figura 70). Conforme apresentado na Figura 71 o sentimento geral das palavras mais usadas nas respostas do questionário 6.0 são positivas.

Destacadas as 10 palavras mais recorrentes para responder as perguntas abertas do questionário 6.0, verificou-se que são positivas e, pelo tamanho dos

*bubbles*, também são as mais frequentes, apesar de ter algumas negativas também (vide Figura 72).

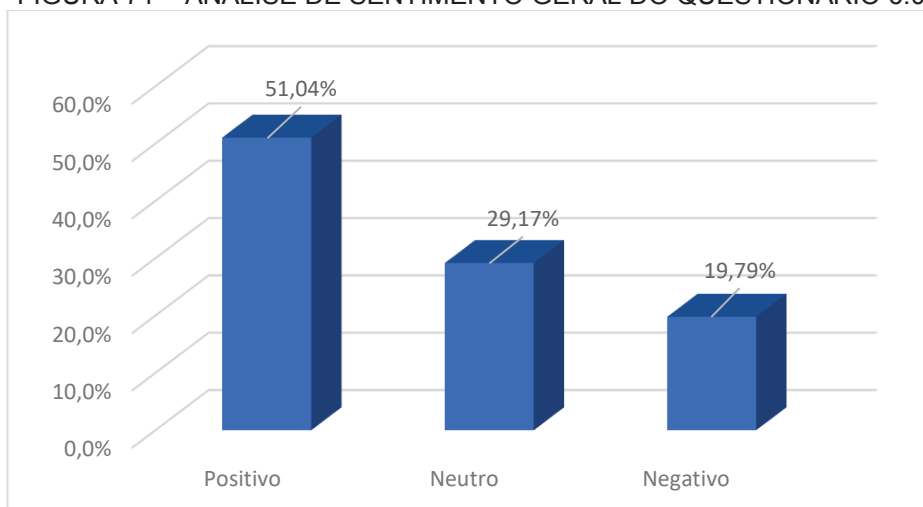
A análise de sentimentos é uma atividade computacional que determina qual o sentimento que o autor quis expressar em determinado texto. Geralmente, o sentimento é classificado de maneira binária como negativo e positivo. As análises dos textos das questões abertas, em geral, foram positivas tanto para as analogias, quanto para os textos extraídos do LD.

FIGURA 70 - ANÁLISE DE SENTIMENTO DAS 10 PALAVRAS MAIS USADAS NAS RESPOSTAS DAS QUESTÕES ABERTAS DO QUESTIONÁRIO 5.0



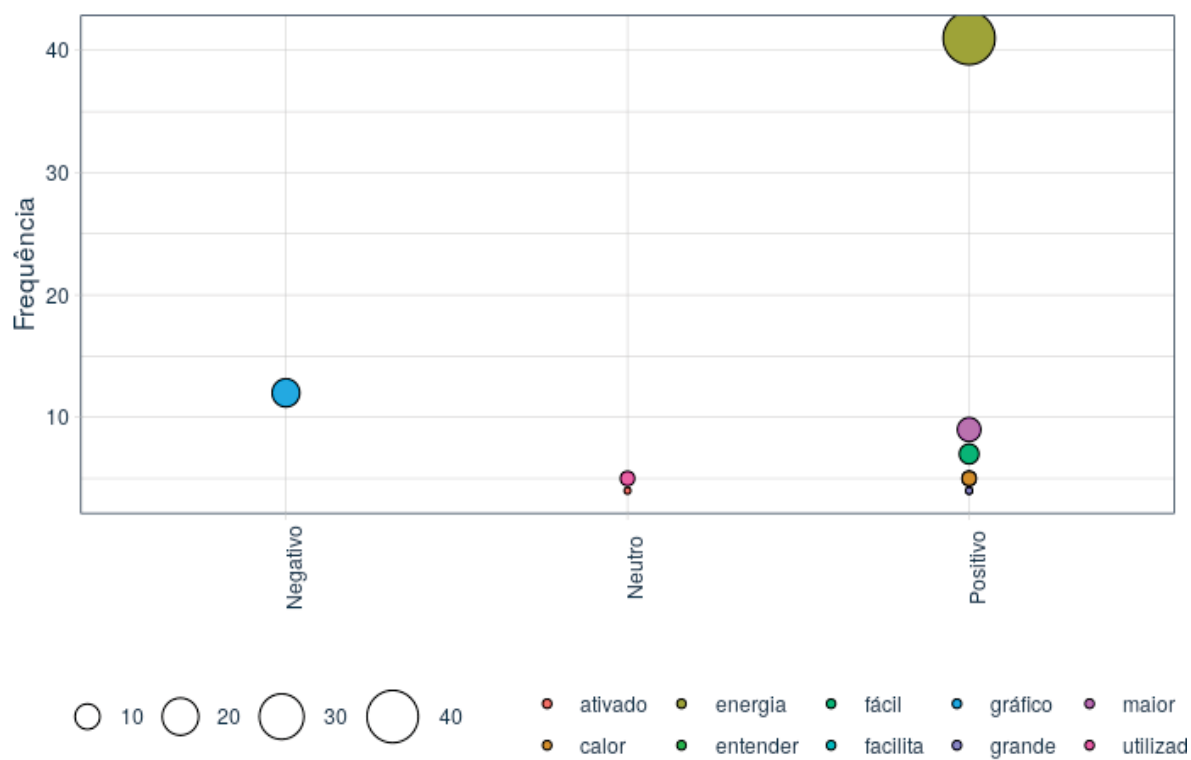
FONTE: O autor (2019).

FIGURA 71 – ANÁLISE DE SENTIMENTO GERAL DO QUESTIONÁRIO 6.0



FONTE: O autor (2019).

FIGURA 72 - ANÁLISE DE SENTIMENTO DAS 10 PALAVRAS MAIS USADAS NAS RESPOSTAS DAS QUESTÕES ABERTAS DO QUESTIONÁRIO 6.0



FONTE: O autor (2019).

## 5 - CONCLUSÃO

Na pesquisa realizada, foi constatada uma grande aceitação por parte dos alunos no de uso analogias. A maioria dos alunos respondeu de forma favorável aos questionamentos em relação às analogias.

A tabela 4 apresenta um panorama comparativo dos resultados estatísticos. Observa-se nesse quadro que os valores em relação a facilidade da compreensão dos textos são sempre superiores nas analogias em relação aos valores para a compreensão do texto do LD. A opinião geral favorável também em todos os temas, mostrou-se superior no uso das analogias.

TABELA 4 COMPARATIVO DE RESULTADOS ESTATÍSTICOS

	Analogia			Texto do Livro Didático		
	1	2	3	1	2	3
Fácil compreensão do texto	77%	48%	56%	55%	36%	25%
Opinião favorável sobre o texto	94%	73%	74%	76%	64%	56%
Melhor entendimento da relação entre alvo e análogo	94%	56%	68%	não se aplica		

FONTE: O autor (2019).

Legenda: 1 – Condições para ocorrência de uma reação química; 2 – Uso do diagrama de Linus Pauling; 3 – Gráficos de cinética das reações

Na analogia sobre *condições para ocorrência de uma reação química* os dados mostraram que o conjunto alvo – analogia (namoro e condições para ocorrência) foi o que mais fez sentido para os alunos, dentre os três analisados (vide tabela 3). Isto mostra que quanto mais familiar e conhecido o elemento a ser usado na analogia maior a chance de a função correta do uso das analogias ser contemplada.

Na analogia sobre *Uso do diagrama de Linus Pauling* os dados mostraram que o assunto já era amplamente conhecido pelos alunos, e apesar da maioria ter considerado a analogia boa/interessante, houve alguns que apontaram dificuldades de compreensão. Acreditamos que essa dificuldade vem do fato dessa analogia exigir um “passo-a-passo” no momento da distribuição dos elétrons nas camadas, que seria muito melhor entendida se a construção dessa distribuição fosse feita pelo professor no quadro.

Na analogia sobre *Gráficos de cinética das reações* os dados mostraram que este conteúdo é o menos familiar dos três abordados. Neste tema houve uma

discrepância grande nos resultados do teste aplicado (questões 5.12 e 6.12). Acreditamos que esses resultados aconteceram pois há uma defasagem preexistente na compreensão da linguagem matemática no ensino brasileiro, demonstrada em muitos testes de nivelamento de conhecimento aplicados no país. E neste caso a analogia sozinha sem a explicação prévia do professor ou outros recursos didáticos não é suficiente.

As análises estatísticas aplicadas aqui, serviram para validar os dados coletados e para que os resultados possam ser analisados fora dos “olhos do autor”. Em relação ao sentimento, nas respostas dos alunos tanto para o ensino com analogia quanto para o ensino tradicional por LD as palavras utilizadas foram positivas. Com uma diferença levemente maior no sentimento geral positivo (51,06%) para a analogia sobre cinética em comparação com as respostas em relação ao LD de mesmo tema (36,63) (Figura 72).

Os resultados do teste qui-quadrado mostraram que as proporções de respostas sim para as perguntas sobre ensino de analogia são estaticamente superiores às respostas não, evidenciando a opinião positiva por parte dos alunos em relação ao ensino por analogia. Para eles as analogias apresentadas são mais eficazes que os textos extraídos dos livros didáticos.

Da mesma forma que Francisco Júnior (2009), Carmo (2006), Duarte (2003) e tantos outros autores já referenciados neste trabalho, consideramos as analogias instrumentos úteis na construção do conhecimento, mas como toda ferramenta, as analogias também possuem suas limitações e devem ser usadas com conhecimento e não somente de forma intuitiva, como fazemos no dia-a-dia.

E por fim, foi muito gratificante contabilizar a maioria das respostas como sendo positivas em relação às analogias por mim produzidas, pois estas falas vêm me acompanhando no lecionar desde meu início, e sendo assim, seguirei utilizando-as com a clareza da validação dada pelos estudantes.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, A. S. A arte de argumentar: gerenciando razão e emoção. 8. ed. Cotia: Ateliê Editorial, 2005. 144 p.

ANDRADE, B. L. O Ensino do Sistema Imunológico: da metáfora à analogia da guerra. Dissertação de mestrado. Centro de Ciências da Educação. Florianópolis: UFSC, 2001. Approaches to Training in Systems Thinking. New York: Brunner/Mazel.

ARMITAGE, P.; BERRY, G.; and MATTHEWS, J. N. S. *Statistical methods in medical research*. John Wiley & Sons, 2008.

BALLONE, G. J. Inferência ou analogia. Psiqweb. 2003. Disponível em: <http://www.psiqweb.med.br/site/?area=NO/LerNoticia&idNoticia=20>>. Acesso em: 5 fev. 2019.

BOZELLI, F. C.; NARDI, R. O. Discurso analógico no Ensino Superior. Em R. Nardi e M.J.P.M. Almeida. (Ed.). Analogias, leituras e modelos no ensino da ciência: A sala de aula em estudo. São Paulo: Escrituras. 2006, p. 11-28.

BOZELLI, F.C. E R. NARDI (2005). Interpretações sobre o conceito de metáforas e analogias presentes em licenciados de física. Enseñanza de las ciencias. Barcelona: extra, 1-5.

BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. Lei de Diretrizes e base da Educação Nacional –LDB. Centro de documentação do Congresso Nacional. Brasília, DF, 1996.

BUARQUE, C. Intérprete: Chico Buarque. Construção. In: CONSTRUÇÃO. Rio de Janeiro: Philips, 1971. 1 disco. Faixa 4 (4 min 40 s).

CACHAPUZ, A. Linguagem metafórica e o ensino de ciências. Revista portuguesa de educação. Braga: OEI, 2, 3, 117-129, 1989.

CARMO, E. A.; As analogias como instrumentos úteis para o ensino do conteúdo químico no nível médio. Dissertação (Mestrado em educação em Ciências e Matemática) – Núcleo pedagógico de Apoio ao Desenvolvimento Científico, Universidade Federal do Pará, Belém; f. 81; 2006.

CORRÊA DA ROSA, J. M. *CE003 Estatística II*. Curitiba, Universidade Federal do Paraná – Departamento de Estatística, 2010.

COLL, C. *et al*. Os conteúdos na reforma: ensino e aprendizagem de conceitos, conceptual change in biology’. In: *Instructional Science*, 24, 295-320.

CURTIS, R. V.; REIGELUTH, C. M. ‘The Use of Analogies in Written Text’. *nstructional Science*, v.13, p.99-117, 1984.

DIMOULIS, Dimitri. Manual de introdução ao estudo do direito. São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 2007, 2a edição, pág. 187

DUARTE, E. A *Utilização da Bateria de Testes DAT em Orientação*. Provas de Aptidão Pedagógica e Capacidade Científica. Faculdade de Psicologia e Ciências de Educação. Universidade de Lisboa.1984

DUARTE, M. C. Analogias na Educação em ciências contributos e desafios. *Revista Investigações em Educação de Ciências*, 10, 1, 7-29, 2005.

DUARTE, Maria da Conceição. *Analogias na educação em Ciências: Contributos e Desafios*. Instituto de Educação e Psicologia Universidade do Minho Braga. Portugal: 2003.

Duhl, S. 6. *From the Inside Out and Other Metaphors: Creative and Integrative*. 1983

DUIT, R. On the role of analogies and metaphors in learning science. *Science education*. New York v. 75, p. 649-672, 1991.

FEINERER, Ingo. *Introduction to the tm Package Text Mining in R*. Retrieved March, v. 1, p. 2019, 2018.

FERRAZ, D. & TERRAZAN, E. Uso Espontâneo de Analogias por Professores de Biologia e o Uso Sistematizado de Analogias: Que Relação? *Ciência & Educação*, 9(2), 213-227.2003

FERRAZ, D. F.; TERRAZAN, E. A. O uso de analogias como recurso didático por FIGUEROA, A. N. S.; NAGEM, R. L.; CARVALHO, E. M. Metodologia de ensino com analogias: um estudo sobre a classificação dos animais. *In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS*, 6. 2003, Bauru. Anais... Bauru: Unicamp, nov. 2003.

FRANCISCO JÚNIOR, W. E. Analogias em livros didáticos de química: um estudo das obras aprovadas pelo Plano Nacional do Livro Didático Para o Ensino Médio 2007. *Ciências & Cognição*, Rio de Janeiro, v. 14, n. 1, p. 121-143, mar. 2009.

FREITAS, R.A.; LIMA, W.D.; MATTIUCI, A.C.; LIMA, E.B.; Uma proposta de atividade complementar a uma visita no planetário trabalhando com as concepções dos alunos. *In: Atas do XII Encontro de pesquisa em ensino de física*, SBF, Foz do Iguaçu-Pr, 2011.

FURIÓ, C.; FURIÓ, C. Dificultades conceptuales e epistemológicas em el aprendizaje de los procesos químicos. *Educacion Química*. México, V. 11, n 3, 300-308,2000.

GILBERT, J. and BOULTER, C. Stretching models too far, Paper presented at the Annual Conference of the American Educational research Association, San Francisco, 1995

GILBERT,J.; OSBORNE, R. The use of models in Science and Science theaching. *European jornal of Science Education* 2(1), 3-13, 1986.

GLYNN, J. *Public Sector Financial Control and Accounting*. Blackwell. Oxford. Goddard, A., 2004. Budgetary practices and accountability habitus: A grounded theory. *Accounting, Auditing & Accountability Journal*, 17(4), 543-577.1987

GLYNN, S. M *et al.* Teaching science with analogies: a resource for teachers and textbook authors. Washington: National Reading Research Center, 1994. Disponível em: <[http://curry.edschool.virginia.edu/go/clic/nrrc/scin\\_ir7.html](http://curry.edschool.virginia.edu/go/clic/nrrc/scin_ir7.html)>. Acesso em: 10 mar. 2019.

GLYNN, S. M. Explaing science concepts: a teaching-with-analogies model. *In*: GLYNN, S. M.; YEANY, R. H.; BRITTON, B. K. The psychology of learning science. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associate, p. 219-240, 1991.

GONZÁLEZ, B. M. G. El modelo analógico como recurso didáctico en ciencias experimentales. *Revista Iberoamericana de Educación*. OEI, n. 37, dez. 2005.

GONZÁLEZ, B. M. G. Las analogías en el proceso enseñanza-aprendizaje de las ciências de la naturaleza. 2002. 650 f. Tese (Doutorado em Didática das Ciências Experimentais). Universidad de La Laguna, La Laguna, 2002.

HAAPARANTA, L *The Analogy Theory of Thinking* . *In*: *Dialectica*, 46 (2), 169-183.1992

HARRISON, A. G.; TREAGUST, D. F. Teaching with analogies: a case study in grade-10 optics. *Journal of Research in Science Teaching*, v.30, n.10, p.1291-1307, 1993.

HOFFMAM, M. B. & Scheid, N. M. Analogias como ferramentas didáticas no ensino de Biologia. *Revista Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*. ,1-18.2007

HOLANDA, B. Invariantes. Conesul, p. 1-5, 2006. Disponível em: <<http://conesul2006.tripod.com/Material/invariantes2.pdf>>. Acesso em: 12 mar. 2019.

HOUAISS, A. Dicionário Eletrônico Houaiss da Língua Portuguesa. Objetiva, v. 1.0. dez. 2001. 2,29 MB. Plataforma Windows.Indurkha, B. Modes of Metaphors, Metaphor and Symbolic Activity, 6 (1). 1-27).199

JUSTI, R. La Enseñanza de Ciencias Basada en la Elaboración de Modelos. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 24, n. 2, p. 173-184, 2006

JUSTI, R.; MENDONÇA, P.C.C. Usando analogias com função criativa: uma nova estratégia para o ensino de química. *Educación Química*, v. 1, p. 24-29, 2008.

KAC, M. Some mathematical models in science. *Science*. Palo Alto: High Wire, v. 166

LAKOFF, G. The meaning of literal. *Metaphor and symbolicactivity*, 1 (4): 291-296.1986

LIMA, A. A. Uso de Modelos no Ensino de Química: Uma Investigação Acerca dos Saberes Construídos Durante a Formação Inicial de Professores de Química. 2007. Tese (Doutorado em Educação). Universidade Federal do rio Grande do Norte, Natal, 2007.

LIMA, J.C.C, SILVA, J.F, SILVA, P.S.G, FREITAS, C. R, FREITAS, L.P.S. O uso de analogias no ensino de química: uma reflexão na formação inicial de professores química da ufcg por meio de uma sequência didática. Anais do Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino de Ciências, 2015.

MAYER, Jacob Peter. Max Weber e a política alemã. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1985.

MILL, J. S.; A System of logic ratioci native.London: Longman, 1961.

MONTEIRO, I. & JUSTI, R. Analogias em Livros Didáticos de Química Brasileiros. 2000

MORTIMER, Eduardo Fleury; SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos. “Políticas e Práticas de Livros Didáticos de Química: o processo de constituição da inovação X redundância nos livros didáticos de química de 1833 a 1987”. In: ROSA, Maria Inês Petrucci; ROSSI, Adriana Vitorino (Org.). *Educação química no Brasil: memórias, políticas e tendências*. Campinas, SP: Átomo, 2008. p. 279-283.n, 3906, p. 659-697, 1969.

NERUDA, P. [Neftalí Ricardo Reyes Basoalto]. Nuevas odas elementales. Buenos Aires: Debolsillo, 2003. 416 p.

OLIVA, J. M. *et al.* Cambiando las concepciones e creencias del profesorado de ciencias em torno al uso de analogías. Revista Iberoamericana de Educación. OEI, 9 abr. 2003. Disponível em: <[http://www.rieoei.org/did\\_mat2.htm](http://www.rieoei.org/did_mat2.htm)>. Acesso em: 02 mar. 2019.

OLIVA, J. M<sup>a</sup>. ARAGÓN, M<sup>a</sup>. M.; MATEO, J.; BONAT M. Rotinas e roteiros de professores de ciências diante do uso de analogias como recurso em sala de aula. Revista Eletrônica de Ensino de Ciências , v. 2, n. 1, p. 31-44, 2003.

OLIVEIRA, P. R. S. O ensino de química e as novas abordagens no ensino médio, Santa Catarina. Disponível em: <[http://www.sepex.ufsc.br/anais\\_4/trabalhos/747.html](http://www.sepex.ufsc.br/anais_4/trabalhos/747.html)>. Acessado em: 24 fev. 2010.

PERELMAN, C. *Analogia e Metáfora*. Enciclopédia Einaudi. Oral/Escrito Argumentação, v.11. Lisboa/POR: Imprensa Nacional/Casa da Moeda, 1987.

PERELMAN, C.; OLBRECHTS-TYTECA, L. Tratado da argumentação: a nova retórica. Tradução de Maria Ermantina Galvão. São Paulo: Martins Fontes, 2005.

PERELMAN, Chaïm; OLBRECHTS-TYTECA, Lucie. Tratado de Argumentação: a Nova Retórica. São Paulo: Martins Fontes, 2002.

PIAGET, J. (1978). A Formação do Símbolo na Criança: Imitação, Jogo e Sonho, Imagem e Representação (3-d). Rio de Janeiro: Zahar.procedimentos e atitudes. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998. 182 p.professores de Biologia no Ensino Médio. Revista da ABRAPEC. Belo Horizonte: UFMG, v.1, n. 3, p. 124-135, 2001.[psiquweb.med.br/cursos/ conceit.html](http://psiquweb.med.br/cursos/conceit.html)>. Acesso em: 5 jan. 2019.

PLACKETT, Robin L. *Karl Pearson and the chi-squared test*. International Statistical Review/Revue Internationale de Statistique, p. 59-72, 1983.

RAVIOLO, A. *et al.* Utilización de un modelo analógico para facilitar la comprensión del proceso de preparación de disoluciones: primeros resultados. Enseñanza de las Ciencias, v. 22, n. 3, p. 379-388, 2004.

R Core Team (2019). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing. Viena, Austria. <http://www.R-project.org/>

RIBEIRO, K. INVESTIGAÇÃO SOBRE O USO DE ANALOGIAS NO ENSINO DE QUÍMICA EM XINGUARA/PA. Dissertação de mestrado. Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Luterana do Brasil. Canoas:ULBRA,2016

RICHARDS, I. A. The Philosophy of Rhetoric. London: Oxford University Press. 1936

RIGOLON, R. G. et al Ensino de Nomenclatura Zoológica: a utilização de um folder com termos gregos e latinos. In: ENCONTRO REGIONAL SUL DE ENSINO DE BIOLOGIA (ETEBIO-SUL), 5. 2011, Londrina ROLISOLA, A.M.C.M. Projeto de Ensino de Química: "A Química da Limpeza". Limeira-113 São Paulo, 2004. Disponível em <http://gpquae.iqm.unicamp.br/quimlimp.pdf> Acesso em 18 de fev de 2019.

RIGOLON, R. G.; OBARA, A. T. O conceito de analogias por licenciandos de biologia. Rev. Teoria e Prática da Educação, v. 13, n. 3, p. 19-31, set./dez. 2010.

RIOS, J. L. P. Modelos matemáticos em Hidráulica e no meio ambiente. In: Simpósio luso-brasileiro sobre simulação e modelação em Hidráulica. Anais... Lisboa: APRH-LNEC, 1986.

RIVELLI, H. Argumentação no ensino de ciências: o uso de analogias como recurso para a construção do conhecimento. 2012. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2012.

ROMERO, A. Analogias em livros didáticos de química: análise de uma das obras aprovadas pelo PNLD/2015. In: X CONGRESO INTERNACIONAL INVESTIGACIÓN DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS. 2017.Disponível em:< <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6690056>> acesso em: 13 de out. de 2019.

ROS, A. C. La enseñanza de la química en el inicio del nuevo siglo: una perspectiva desde España. Educación Química. v. 12, n. 1, p. 7, 2001.

RUBANO, G. L., ANDERSON, P. M. Reasoning and Writing with Metaphors. English Journal, 34-37.1988

SANTOS, BOAVENTURA DE SOUSA., "Uma cartografia simbólica das representações sociais: o caso do Direito", *Revista Crítica de Ciências Sociais*, 24, 139-172.1988



SARGES, F. N.; AMORIM, F. I. O caroço de açaí como analogia ao ensino aprendizagem do modelo atômico de Dalton. In: Fórum de pesquisa, ensino e extensão e pós-graduação da UEPA. V.1, p. 34-34, 2007.

SERGIOVANNI, T. J. The Metaphorical Use of Theories and Models in Supervision: Building a Science. *Journal of Curriculum and Supervision*. 2 (3), 221-232. 1987

SILVA, L. L. da. Et al. *Familiaridade de alunos de ensino médio com situações analógicas*. Anais do IX Encontro nacional de Pesquisa em Ensino de Física, Jaboticatubas, MG, 2004.

SILVA, L. L.; ALMEIDA, M. J. P. M. Linguagem analógica: prós e contras na literatura sobre ensino de física no Brasil. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, XI, 2008, Curitiba. Anais... Paraná: SBF, 2008.

SILVA, L. L.; TERRAZZAN, E. A. Correspondências estabelecidas e diferenças identificadas em atividades didáticas baseadas em analogias para o ensino de modelos atômicos. *Revista Experiências em Ensino de Ciências*, v. 3, p. 21-37, 2008.

SHAHBABA, B. *Biostatistics with R, An Introduction to Statistics Through Biological Data*, Springer. 2012.

SMITH, L. H. (1988). Revising the Real Way: Metaphors for Selecting Detail. *English Journal*, 38- 41.

THIELE, R. B.; TREAGUST, D. F. Analogies in Senior High School Chemistry Textbooks: a critical analysis. In: Research Conference in Chemistry and Physics Education. Dortmund: jun. 1992. Disponível em: <[http://www.eric.ed.gov/ERICDocs/data/ericdocs2sql/content\\_storage\\_01/0000019b/80/13/d1/a3.pdf](http://www.eric.ed.gov/ERICDocs/data/ericdocs2sql/content_storage_01/0000019b/80/13/d1/a3.pdf)>. Acesso em: 23 fev. 2019.

TREAGUST, D. F., DUIT, R., JOSLIN, P. (1992). Science Teachers' Use of Analogies: Observations from Classroom Practice. *International Journal of Science Education*, 14(4), 413-422.

VENVILLE, G. J.; TREAGUST, D. F. (1996). 'The role of analogies in promoting Verbrugge, R. R. (1974). *The Comprehension of Analogy*. Unpublished Doctoral Dissertation. Minneapolis: University of Minnesota

VERCESE, R. M. A. N. O LIVRO DIDÁTICO E SUAS IMPLICAÇÕES NA PRÁTICA DO PROFESSOR NAS ESCOLAS PÚBLICAS DE GUAJARÁ-MIRIM. *Práxis Educacional*, VOL. 4, N.4, (2008).

ZAMBON et al, COMPARANDO A UTILIZAÇÃO DE ANALOGIAS EM LIVROS DIDÁTICOS PARA A EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS. VII Enpec - Encontro Nacional de Pesquisas em Educação em Ciência, Novembro, 2009.

## APÊNDICE I – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Prezado (a) Estudante, Gostaria de comunicar que será desenvolvido um projeto de pesquisa nos dias 17 e 24 de outubro de 2018 para a realização do trabalho de dissertação de Marília Elizabeth Ronssen, aluna do curso de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI), sob a orientação da Professora Doutora Regina Maria de Queiroz de Mello.

O projeto a ser desenvolvido tem como objetivo principal avaliar analogias no ensino de Química. Tal proposta é destinada para estudantes da Educação Básica.

A pesquisadora pretende utilizar os dados obtidos para futuras publicações, sejam eles na forma eletrônica ou impressa, assim como em trabalhos para congressos, simpósios e encontros da área.

Conto com a sua colaboração e participação para a conclusão deste projeto e gostaria de esclarecer que nenhum participante terá seu nome identificado no material a ser elaborado para a conclusão da pesquisa.

Por favor, caso esteja de acordo, assinale e assine abaixo, colocando nome e RG.

Obrigado, Atenciosamente Marília E. Ronssen.

marilia.er@gmail.com

(    ) de acordo

Nome do aluno: \_\_\_\_\_

Nome do responsável: \_\_\_\_\_

RG: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_.

Pesquisadora

Responsável: \_\_\_\_\_

Orientadora: \_\_\_\_\_

## APÊNDICE II - QUESTIONÁRIOS

### 1.0 Questionário – Condições para ocorrência de uma reação química – aplicação após leitura do texto usando analogias.

Pergunta	Sim	Mais ou menos	Não
1.1 – Você faz algum curso preparatório para o vestibular além do ensino médio?			
1.2 - Você conhece o conteúdo apresentado no texto?			
1.3 - No texto que você acabou de ler existe alguma palavra que você não conhece o significado?			
1.4 - As figuras facilitaram a compreensão do texto?			
1.5 - Você sabe o que é analogia?			
1.6- Seu professor de química costuma usar analogias entre conceitos científicos e objetos ou situações cotidianas nas suas aulas?			
1.7- A analogia entre namoro e a condições para ocorrência de uma reação química fazem sentido para você?			
1.8 - Você já havia lido algum texto que usava uma analogia parecida com a do texto apresentado?			

1.9 - Na sua opinião o texto é:

- ( ) de fácil compreensão, li uma vez e entendi o conteúdo  
 ( ) de média compreensão, entendi o conteúdo porque já havia estudado na escola.  
 ( ) de difícil compreensão, li várias vezes e não consegui compreender.

1.10 - Escreva sua opinião sobre a analogia usada no texto.

---



---

1.11- Depois de ter lido o texto, escreva como você explicaria para um colega as condições obrigatórias e acessórias para que uma reação química ocorra.

---



---



---

1.12- Qual das alternativas a seguir **NÃO** apresenta uma condição obrigatória para que uma reação química ocorra:

- a- É necessário que ocorra colisões entre as partículas dos reagentes.  
 b- Deve haver afinidade química entre os reagentes.  
 c- Os reagentes devem estar em contato.  
 d- Os reagentes devem ser líquidos.

**2.0 Questionário – Condições para ocorrência de uma reação química – aplicação após leitura do texto do livro didático.**

Pergunta	Sim	Mais ou menos	Não
1– Você gosta da disciplina química?			
2- Você conhece o conteúdo apresentado no texto?			
3 - No texto que você acabou de ler existe alguma palavra que você não conhece o significado?			
4 - As figuras facilitaram a compreensão do texto?			
5 – A linguagem apresentada neste texto é a mesma que você utiliza em seu dia a dia?			
6 - Seu professor de química costuma utilizar textos como esse em suas aulas?			

2.7 - Na sua opinião o texto é:

- ( ) de fácil compreensão, li uma vez e entendi o conteúdo  
 ( ) de média compreensão, entendi o conteúdo porque já havia estudado na escola.  
 ( ) de difícil compreensão, li várias vezes e não consegui compreender.

2.8- Escreva sua opinião sobre a linguagem usada no texto.

---



---

2.9- Depois de ter lido o texto, escreva como você explicaria para um colega as condições obrigatórias e acessórias para que uma reação química ocorra.

---



---

2.10- Qual das alternativas a seguir **NÃO** apresenta uma condição obrigatória para que uma reação química ocorra:

- a- É necessário que ocorra colisões entre as partículas dos reagentes.  
 b- Deve haver afinidade química entre os reagentes.  
 c- Os reagentes devem estar em contato.  
 d- OS reagentes devem ser líquidos

**3.0 Questionário – Uso do diagrama de Linus Pauling – aplicação após leitura do texto usando analogias.**

Pergunta	Sim	Mais ou menos	Não
3.1 – Você faz algum curso preparatório para o vestibular além do ensino médio?			
3.2 - Você conhece o conteúdo apresentado no texto?			
3.3 - No texto que você acabou de ler existe alguma palavra que você não conhece o significado?			
3.4 - As figuras facilitaram a compreensão do texto?			
3.5 - Você sabe o que é analogia?			
3.6 - Seu professor de química costuma usar analogias entre conceitos científicos e objetos ou situações cotidianas nas suas aulas?			
3.7- A analogia entre a eletrosfera e uma cidade fazem sentido para você?			
3.8 - Você já havia lido algum texto que usava uma analogia parecida com a do texto apresentado?			

3.9 - Na sua opinião o texto é:

( ) de fácil compreensão, li uma vez e entendi o conteúdo

( ) de média compreensão, entendi o conteúdo porque já havia estudado na escola.

( ) de difícil compreensão, li várias vezes e não consegui compreender.

3.10 - Escreva sua opinião sobre a analogia usada no texto.

---



---

3.11- Depois de ter lido o texto, escreva como você explicaria para um colega a forma de usar o diagrama de Linus Pauling para fazer a distribuição eletrônica.

---



---

3.12-Considerando que o número atômico do titânio é 22, sua configuração eletrônica será:

a)  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$

b)  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$

c)  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$

d)  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^2$

e)  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6$



**4.0 Questionário – Uso do diagrama de Linus Pauling – aplicação após leitura do texto do livro didático.**

Pergunta	Sim	Mais ou menos	Não
4.1 – Você gosta da disciplina química?			
4.2 - Você conhece o conteúdo apresentado no texto?			
4.3 - No texto que você acabou de ler existe alguma palavra que você não conhece o significado?			
4.4 - As figuras facilitaram a compreensão do texto?			
4.5 – A linguagem apresentada neste texto é a mesma que você utiliza em seu dia a dia?			
4.6 - Seu professor de química costuma usar textos como esse em suas aulas?			

4.7 - Na sua opinião o texto é:

- ( ) de fácil compreensão, li uma vez e entendi o conteúdo  
 ( ) de média compreensão, entendi o conteúdo porque já havia estudado na escola.  
 ( ) de difícil compreensão, li várias vezes e não consegui compreender.

4.8- Escreva sua opinião sobre linguagem utilizada no texto.

---



---

4.9- Depois de ter lido o texto, escreva como você explicaria para um colega a forma de usar o diagrama de Linus Pauling para fazer a distribuição eletrônica.

---



---

4.10-Considerando que o número atômico do titânio é 22, sua configuração eletrônica será:

- a)  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$   
 b)  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$   
 c)  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$   
 d)  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^2$   
 e)  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6$

**5.0 Questionário – Gráficos de cinética das reações – aplicação após leitura do texto do livro didático.**

Pergunta	Sim	Mais ou menos	Não
5.1 – Você gosta da disciplina química?			
5.2 - Você conhece o conteúdo apresentado no texto?			
5.3 - No texto que você acabou de ler existe alguma palavra que você não conhece o significado?			
5.4 - As figuras facilitaram a compreensão do texto?			
5.5 – A linguagem apresentada neste texto é a mesma que você utiliza em seu dia a dia?			
5.6 - Seu professor de química costuma utilizar textos como esse em suas aulas?			

5.9 - Na sua opinião o texto é:

- ( ) de fácil compreensão, li uma vez e entendi o conteúdo  
 ( ) de média compreensão, entendi o conteúdo porque já havia estudado na escola.  
 ( ) de difícil compreensão, li várias vezes e não consegui compreender.

5.10 - Escreva sua opinião sobre a linguagem utilizada no texto.

---



---

5.11- Depois de ter lido o texto, escreva como você explicaria para um colega as semelhanças e diferenças nos gráficos da ocorrência de reações endotérmicas e exotérmicas

---



---

5.12-Um palito de fósforo não se acende, espontaneamente, enquanto está guardado, mas basta um ligeiro atrito com uma superfície áspera para que ele, imediatamente, entre em combustão, com emissão de luz e calor.

Considerando-se essas observações, é **CORRETO** afirmar que a reação:

- a) é endotérmica e tem energia de ativação maior que a energia fornecida pelo atrito.  
 b) é endotérmica e tem energia de ativação menor que a energia fornecida pelo atrito.  
 c) é exotérmica e tem energia de ativação maior que a energia fornecida pelo atrito.  
 d) é exotérmica e tem energia de ativação menor que a energia fornecida pelo atrito.

**6.0 Questionário – Gráficos de cinética das reações – aplicação após leitura do texto usando analogias.**

Pergunta	Sim	Mais ou menos	Não
6.1- Você faz algum curso preparatório para o vestibular além do ensino médio?			
6.2 - Você conhece o conteúdo apresentado no texto?			
6.3 - No texto que você acabou de ler existe alguma palavra que você não conhece o significado?			
6.4 - As figuras facilitaram a compreensão do texto?			
6.5 - Você sabe o que é analogia?			
6.6 - Seu professor de química costuma usar analogias entre conceitos científicos e objetos ou situações cotidianas nas suas aulas?			
6.7- A analogia entre o comportamento dos corredores e a interpretação dos gráficos de energia cinética das reações faz sentido para você?			
6.8 - Você já havia lido algum texto que usava uma analogia parecida com a do texto apresentado?			

6.9 - Na sua opinião o texto é:

- ( ) de fácil compreensão, li uma vez e entendi o conteúdo  
 ( ) de média compreensão, entendi o conteúdo porque já havia estudado na escola.  
 ( ) de difícil compreensão, li várias vezes e não consegui compreender.

6.10 - Escreva sua opinião sobre a analogia usada no texto.

---



---

6.11- Depois de ter lido o texto, escreva como você explicaria para um colega as semelhanças e diferenças nos gráficos da ocorrência de reações endotérmicas e exotérmicas

---



---

6.12-Um palito de fósforo não se acende, espontaneamente, enquanto está guardado, mas basta um ligeiro atrito com uma superfície áspera para que ele, imediatamente, entre em combustão, com emissão de luz e calor.

Considerando-se essas observações, é **CORRETO** afirmar que a reação:

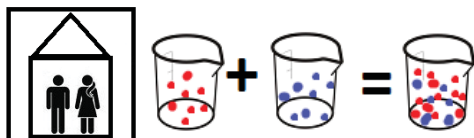
- a) é endotérmica e tem energia de ativação maior que a energia fornecida pelo atrito.  
 b) é endotérmica e tem energia de ativação menor que a energia fornecida pelo atrito.  
 c) é exotérmica e tem energia de ativação maior que a energia fornecida pelo atrito.  
 d) é exotérmica e tem energia de ativação menor que a energia fornecida pelo atrito.

## APÊNDICE III - ANALOGIAS

### Analogia 01 - Condições para ocorrência de uma reação química

Para que uma reação química ocorra devemos considerar algumas condições básicas, que de certo modo são as mesmas para que aconteça um beijo, veja a seguir:

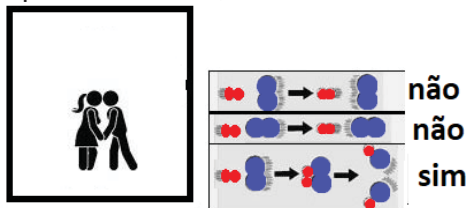
- Primeiro: os reagentes devem estar em contato; para ter beijo o casal deve estar no mesmo ambiente, por isso que namoro virtual não tem beijo.



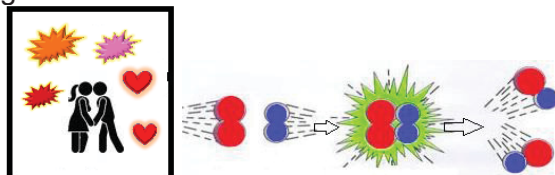
- Segundo: Deve haver afinidade química entre os reagentes. Para ter romance algum interesse mútuo deve haver, afinal de contas, se um não quer dois não se beijam.



- Terceiro: As colisões entre as partículas devem ser efetivas, ou seja, as partículas devem colidir em um ponto certo. Assim também é o beijo de romance tem lugar certo para acontecer, não é na testa nem na bochecha, é beijo na boca.



- Quarto: As colisões devem ter energia suficiente para que a reação ocorra. Um bom beijo de romance tem tanta energia que rouba o ar e deixa os participantes sem fôlego.



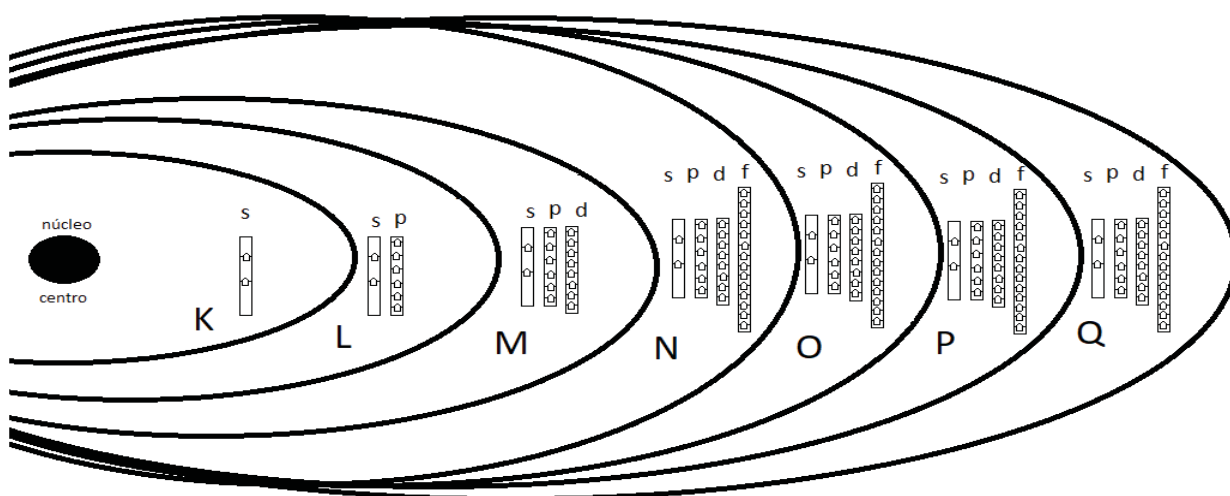
Veja que as duas primeiras condições são chamadas de condições obrigatórias, não é possível que uma reação ocorra sem que elas existam, o romance também não. As duas últimas são acessórias; podemos forçar um pouquinho as coisas para que as reações tenham orientação e energia suficiente aumentando a temperatura onde a reação ocorre. No romance ocorre a mesma coisa, como por exemplo, usando músicas românticas e jantares à luz de velas.



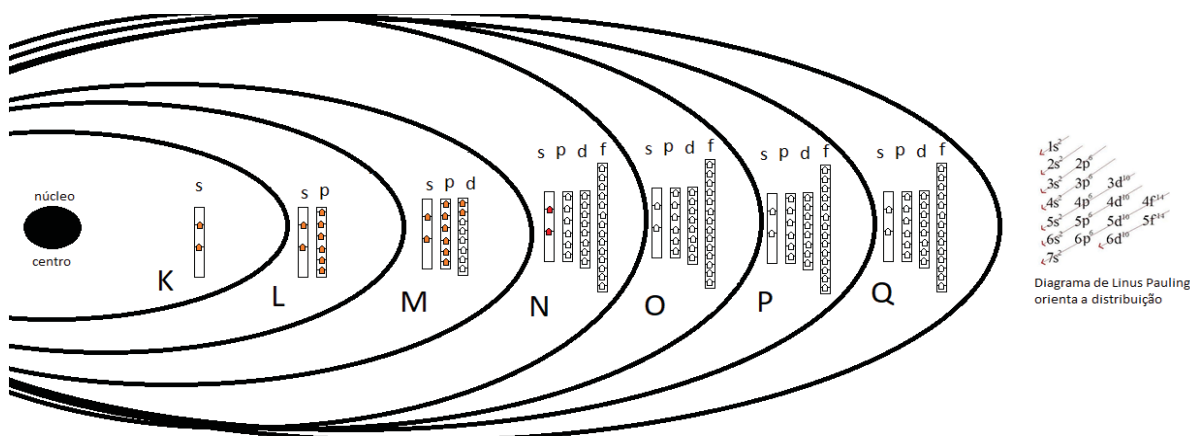
## Analogia 02 - Uso do diagrama de Linus Pauling

A eletrosfera é como uma cidade e o diagrama de Linus Pauling é o plano diretor que orienta o crescimento e ocupação desta cidade. Segundo o diagrama existem 7 bairros nomeados com letras maiúsculas: K, L, M, N, O, P e Q e existem 4 tipos de ruas nessa cidade. As ruas são nomeadas com letras minúsculas s,p,d,f. Na rua s só é permitido 2 moradores, na rua p 6, na rua d 10 e na rua f 14.

No bairro K que está mais próximo do centro, ou seja, do núcleo só existe uma única rua do tipo s; então neste bairro há somente 2 moradores. No bairro L existem 2 ruas uma do tipo s e uma do tipo p. No bairro M são três ruas s,p e d, nos bairros seguintes todos possuem 4 ruas uma de cada tipo.

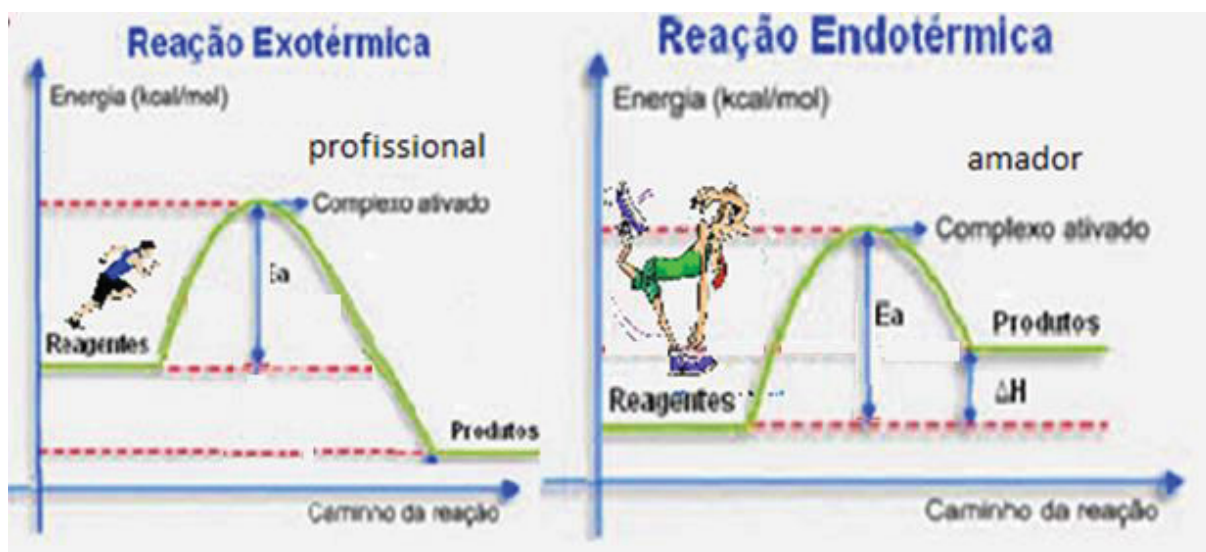


Agora vamos utilizar o diagrama para distribuir na cidade 22 moradores. Iniciamos sempre do centro para a periferia. Seguindo a diagonal do diagrama temos  $1s^2$ , ou seja, no bairro 1 que é o bairro K temos na rua s dois moradores, na sequência temos  $2s^2$  dois moradores na rua s do bairro L e assim até chegarmos a  $4s^2$  ou seja no bairro N na rua s temos 2 moradores. Ainda temos mais dois moradores para distribuir, note que mesmo ainda existindo espaço no bairro 4 o diagrama nos orienta a retornamos ao bairro 3 e lá iniciamos a ocupação da rua d finalizando a distribuição em  $3d^2$ .





### Analogia 03 - Gráficos de cinética das reações



Observe o gráfico a esquerda referente à uma reação exotérmica. Este gráfico é análogo o comportamento de um maratonista profissional em ação, ele possui alta energia armazenada pois sempre treinou muito e tem muita vontade de correr; por isso os Reagentes estão marcados mais acima em relação ao gráfico da direita. Logo em seguida temos uma subida (dificuldade) no gráfico, pois por mais que o maratonista tenha treinamento, é necessária uma energia extra para alcançar o ponto alto do gráfico.

O ponto alto da corrida é o complexo ativado e a energia extra é a energia de ativação. Deste ponto em diante o gráfico vira uma descida, nesse momento o maratonista libera toda a energia acumulada pelos treinos até chegar ao ponto final no gráfico marcado como Produtos.

O gráfico da direita referente à uma reação endotérmica é semelhante ao comportamento de um corredor amador durante uma maratona. O amador tem vontade de correr a maratona e por isso Reagentes não está marcado no zero; ele tem energia, mas não tanto como o profissional, para ele o início da corrida é muito mais difícil e a subida (a dificuldade) é muito maior. Assim, ele necessita de energia exterior, quem sabe um suquinho energético para alcançar o topo e a sua descida no gráfico é menor pois não há grande quantidade de energia a ser liberada e por isso o ponto final (Produtos) está mais elevado.

## APÊNDICE IV - MANUAL PARA UTILIZAÇÃO DAS ANALOGIAS

Professor, as analogias são recursos didáticos interessantes na química, para os momentos em que há necessidade de visualizar acontecimento a nível molecular ou atômico, ou quando os modelos e exemplos encontra-se fora da realidade dos alunos.

Neste manual trazemos tem sugestões de analogias para os temas:

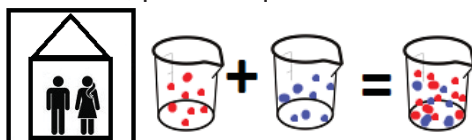
- A. Condições para ocorrência de uma reação química;
- B. Uso do diagrama de Linus Pauling e
- C. Interpretação dos gráficos de energia cinética das reações.

Na sequência apresentaremos cada um deles e descrevemos algumas dicas de como utilizá-las.

### A. CONDIÇÕES PARA OCORRÊNCIA DE UMA REAÇÃO QUÍMICA

Para que uma reação química ocorra devemos considerar algumas condições básicas, que de certo modo são as mesmas para que aconteça um beijo, veja a seguir:

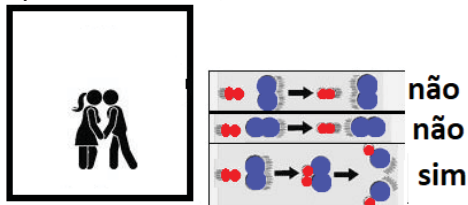
- Primeiro: os reagentes devem estar em contato; para ter beijo o casal deve estar no mesmo ambiente, por isso que namoro virtual não tem beijo.



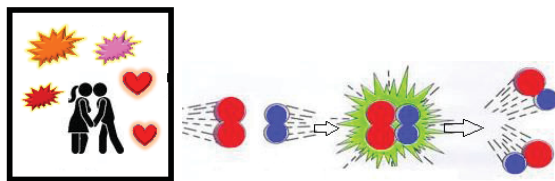
- Segundo: Deve haver afinidade química entre os reagentes. Para ter romance algum interesse mútuo deve haver, afinal de contas, se um não quer dois não se beijam.



- Terceiro: As colisões entre as partículas devem ser efetivas, ou seja, as partículas devem colidir em um ponto certo. Assim também é o beijo de romance tem lugar certo para acontecer, não é na testa nem na bochecha, é beijo na boca.



- Quarto: As colisões devem ter energia suficiente para que a reação ocorra. Um bom beijo de romance tem tanta energia que rouba o ar e deixa os participantes sem fôlego.



Veja que as duas primeiras condições são chamadas de condições obrigatórias, não é possível que uma reação ocorra sem que elas existam, o romance também não. As duas últimas são acessórias; podemos forçar um pouquinho as coisas para que as reações tenham orientação e energia suficiente aumentando a temperatura onde a reação ocorre. No romance ocorre a mesma coisa, como por exemplo, usando músicas românticas e jantares à luz de velas.



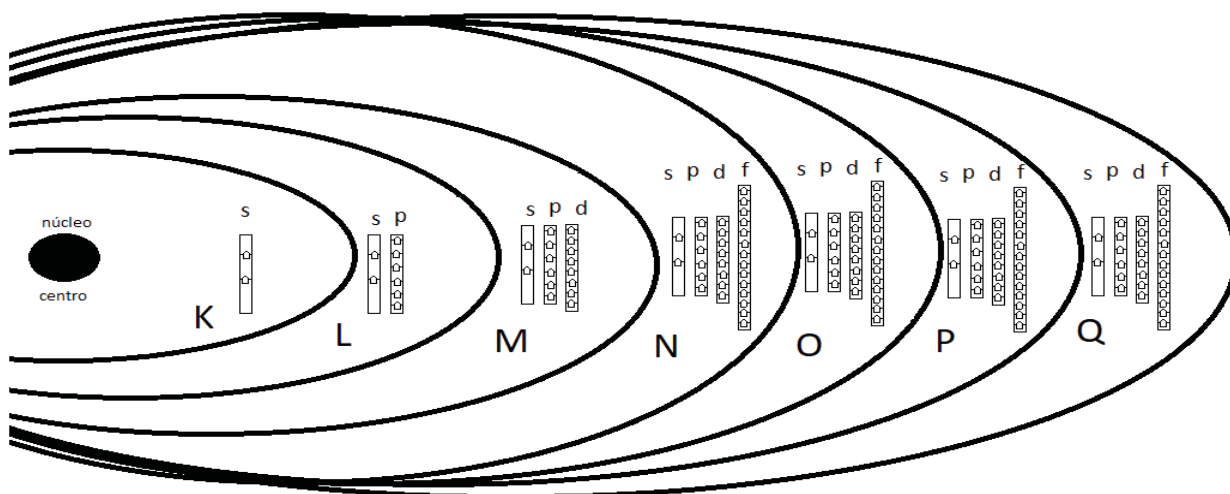
PROFESSOR:

\* Certifique-se de orientar os alunos de que todo o processo de ocorrência de uma reação química acontece em escala microscópica que não é possível observar; em algumas reações podemos evidenciar o seu acontecimento por uma mudança macroscópica, como: cor, efervescência, variação de temperatura.

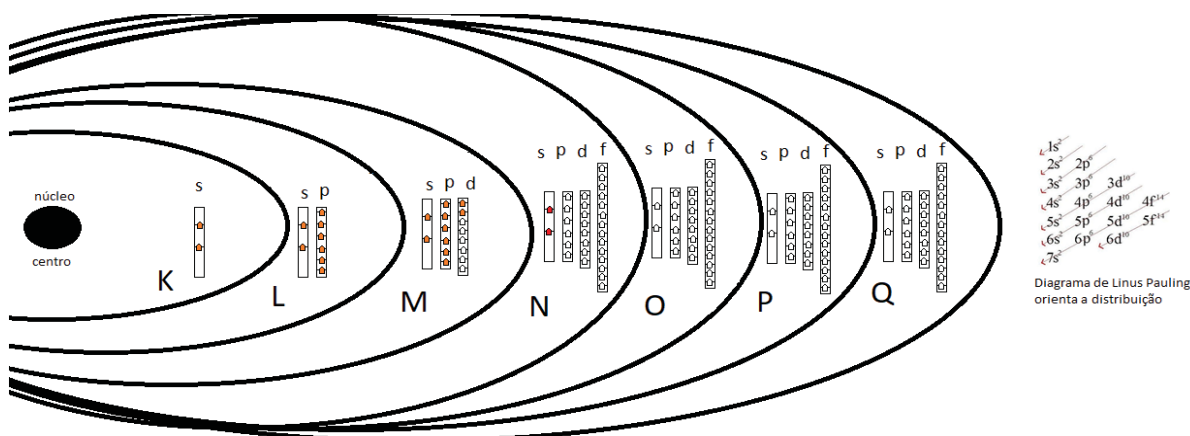
## B. USO DO DIAGRAMA DE LINUS PAULING

A eletrosfera é como uma cidade e o diagrama de Linus Pauling é o plano diretor que orienta o crescimento e ocupação desta cidade. Segundo o diagrama existem 7 bairros nomeados com letras maiúsculas: K, L, M, N, O, P e Q e existem 4 tipos de ruas nessa cidade. As ruas são nomeadas com letras minúsculas s,p,d,f. Na rua s só é permitido 2 moradores, na rua p 6, na rua d 10 e na rua f 14.

No bairro K que está mais próximo do centro, ou seja, do núcleo só existe uma única rua do tipo s; então neste bairro há somente 2 moradores. No bairro L existem 2 ruas uma do tipo s e uma do tipo p. No bairro M são três ruas s,p e d, no bairros seguintes todos possuem 4 ruas uma de cada tipo.



Agora vamos utilizar o diagrama para distribuir na cidade 22 moradores. Iniciamos sempre do centro para a periferia. Seguindo a diagonal do diagrama temos  $1s^2$ , ou seja, no bairro 1 que é o bairro **K** temos na rua **s** dois moradores, na sequência temos  $2s^2$  dois moradores na rua **s** do bairro **L** e assim até chegarmos a  $4s^2$  ou seja no bairro **N** na rua **s** temos 2 moradores. Ainda temos mais dois moradores para distribuir, note que mesmo ainda existindo espaço no bairro 4 o diagrama nos orienta a retornamos ao bairro 3 e lá iniciamos a ocupação da rua d finalizando a distribuição em  $3d^2$

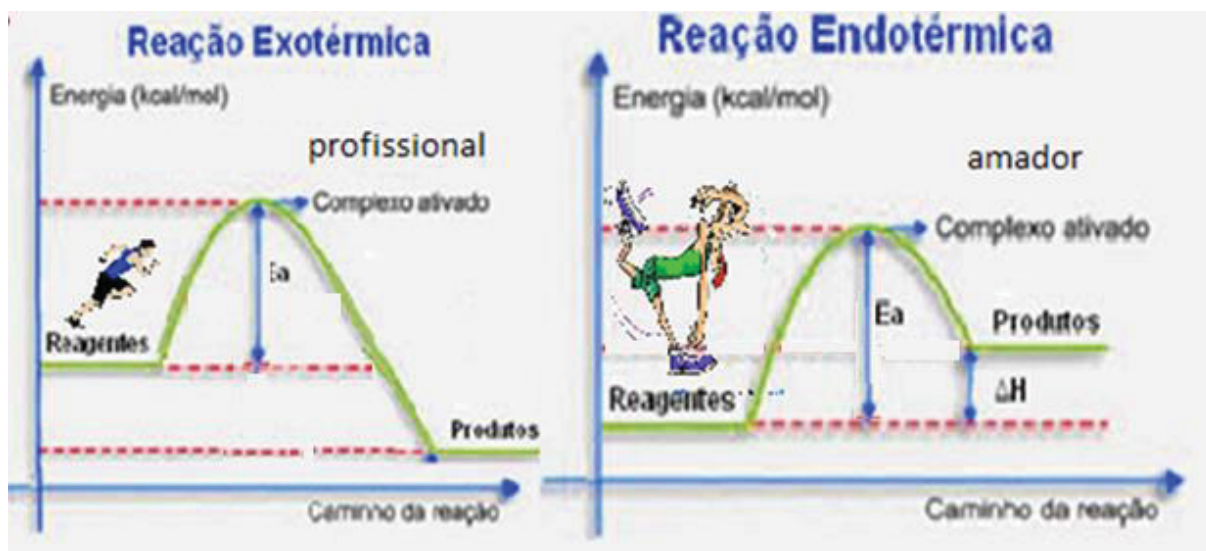


PROFESSOR:

\*Esta analogia será melhor aproveitada se a construção dos desenhos for feita no quadro negro passo a passo e que o exemplo seja feito com pelo menos mais um elemento.

\*\* Certifique-se de explicar para os alunos que a destruição eletrônica segue sequência do Linus Pauling por aumento de energia e por esse motivo a ordem não é numérica.

## C. GRÁFICOS DE CINÉTICA DAS REAÇÕES



Observe o gráfico a esquerda referente à uma reação exotérmica. Este gráfico é análogo ao comportamento de um maratonista profissional em ação, ele possui alta energia armazenada pois sempre treinou muito e tem muita vontade de correr; por isso os Reagentes estão marcados mais acima em relação ao gráfico da direita. Logo em seguida temos uma subida (dificuldade) no gráfico, pois por mais que o maratonista tenha treinamento, é necessária uma energia extra para alcançar o ponto alto do gráfico.

O ponto alto da corrida é o complexo ativado e a energia extra é a energia de ativação. Deste ponto em diante o gráfico vira uma descida, nesse momento o maratonista libera toda a energia acumulada pelos treinos até chegar ao ponto final no gráfico marcado como Produtos.

O gráfico da direita referente à uma reação endotérmica é semelhante ao comportamento de um corredor amador durante uma maratona. O amador tem vontade de correr a maratona e por isso Reagentes não está marcado no zero; ele tem energia, mas não tanto como o profissional, para ele o início da corrida é muito mais difícil e a subida (a dificuldade) é muito maior. Assim, ele necessita de energia exterior, quem sabe um suquinho energético para alcançar o topo e a sua descida no gráfico é menor pois não há grande quantidade de energia a ser liberada e por isso o ponto final (Produtos) está mais elevado.



PROFESSOR:

\*Antes de descrever o comportamento dos atletas, mostre aos alunos cada parte do gráfico.: Onde está o zero, o que está representado no eixo x e no eixo y, o que é complexo ativado, o que é energia de ativação, o que é reagente e o que é produto.

\*\* Explique e exemplifique o que significam os termos endotérmico e exotérmico e variação de entalpia.

## ANEXO I – CÓPIAS DOS LIVROS DIDÁTICOS

### Condições para ocorrência de uma reação química

#### 2 Condições para que ocorra reação

Há duas condições que são fundamentais (embora não sejam suficientes) para que uma reação química possa ocorrer:

- Os reagentes devem entrar em contato.
- Deve haver afinidade química\* entre os reagentes.

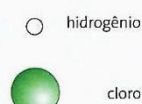
Assim, se colocarmos em contato gás cloro,  $\text{Cl}_2(\text{g})$ , e gás hidrogênio,  $\text{H}_2(\text{g})$ , **pode haver reação**, pois há afinidade química entre essas substâncias. A realização ou não de reação química, nesse caso, passa a depender de duas outras condições, ditas acessórias:

- As partículas\*\* dos reagentes devem colidir entre si.
- A colisão entre as partículas dos reagentes deve ser efetiva, ou seja, deve ocorrer numa orientação favorável, com energia suficiente para romper as ligações existentes nos reagentes.

\* Se colocarmos em contato água,  $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ , e monóxido de carbono,  $\text{CO}(\text{g})$ , não haverá reação, pois não há afinidade química entre essas substâncias:  $\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{CO}(\text{g}) \rightarrow$  não há reação.

\*\* Moléculas, átomos, íons.

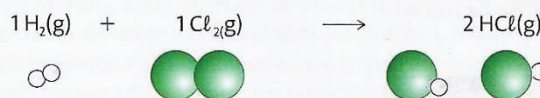
As ilustrações estão fora de escala. Cores fantasia.



As esferas acima são apenas um modelo, não possuem existência física real. Estão fora de escala de tamanho e as cores são fantasia.

#### Colisão com orientação favorável

Considere, por exemplo, a reação entre gás hidrogênio e gás cloro, utilizando o modelo atômico de Dalton:



Para que as moléculas de  $\text{H}_2(\text{g})$  e  $\text{Cl}_2(\text{g})$  possam formar  $\text{HCl}(\text{g})$ , elas devem colidir com energia suficiente (na presença de energia luminosa) e numa orientação favorável, conforme mostra a tabela a seguir:

Algumas orientações possíveis durante a colisão	Resultado
	Orientação desfavorável: a colisão não é efetiva e não ocorre reação.
	Orientação desfavorável: a colisão não é efetiva e não ocorre reação.
	Orientação favorável: a colisão pode ser efetiva e pode ocorrer reação.

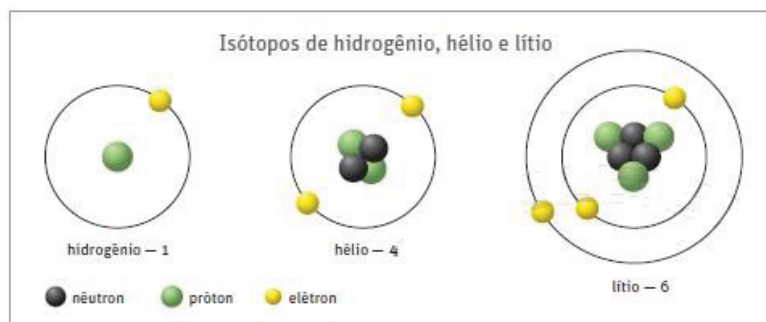
### Uso do diagrama de Linus Pauling

#### Distribuição eletrônica em camadas ou níveis de energia

Bohr propôs que os elétrons se situam em níveis de energia, ou camadas eletrônicas – 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7 –, as quais também poderiam ser representadas pelas letras maiúsculas K, L, M, N, O, P e Q. A camada 1 (ou K) era a mais próxima do núcleo e de menor energia, e a 7 (ou Q), a mais distante e de maior energia.

A forma como os elétrons estão distribuídos ao redor do núcleo, em camadas ou níveis de energia, é denominada **distribuição eletrônica**.

A figura a seguir mostra a distribuição eletrônica para os átomos de hidrogênio, hélio e lítio.



Isótopos de hidrogênio, hélio e lítio. Representação em cores-fantasia e fora de escala.

Para cada elemento, as camadas (níveis) apresentam diferentes valores de energia de acordo com o número atômico e o número de elétrons presentes. É por isso que átomos de diferentes elementos apresentam espectros distintos.

A tabela a seguir mostra a distribuição eletrônica em níveis de energia de átomos neutros e íons de alguns elementos.

energia de acordo com o número atômico e o número de elétrons presentes. É por isso que átomos de diferentes elementos apresentam espectros distintos.

A tabela a seguir mostra a distribuição eletrônica em níveis de energia de átomos neutros e íons de alguns elementos.

	K	L	M	N
${}^1\text{H}$	1			
${}^2\text{He}$	2			
${}^3\text{Li}$	2	1		
${}^6\text{C}$	2	4		
${}^{11}\text{Na}$	2	8	1	
${}^{11}\text{Na}^+$	2	8		
${}^{12}\text{Mg}$	2	8	2	
${}^{12}\text{Mg}^{2+}$	2	8		
${}^{15}\text{P}$	2	8	5	
${}^{17}\text{Cl}$	2	8	7	
${}^{17}\text{Cl}^-$	2	8	8	

Observe, na tabela acima, que a distribuição eletrônica começa pela camada K. O único elétron do átomo de hidrogênio (H) está situado nessa camada, bem como os dois do átomo de hélio (He).

Note que os elétrons do átomo de carbono (C) situam-se nas camadas K e L, enquanto os dos átomos de fósforo (P) e cloro (Cl) estão também localizados na camada M. Os átomos neutros e os íons mostrados na tabela não possuem elétrons na camada N.

Não é por acaso que a camada K comporta, no máximo, dois elétrons, e a camada L, oito elétrons.

## Gráficos de cinética das reações químicas

### ■ Complexo ativado e energia de ativação

Conforme já visto, para que uma reação química ocorra é necessário haver ruptura de ligações nos reagentes e formação de novas ligações. Colisões com baixa energia não conseguem romper as ligações entre os átomos.

Assim, para ocorrer a reação, é necessário que as espécies reagentes presentes no sistema possuam energia suficiente para que, quando houver colisão, possa ser formada uma espécie intermediária entre reagentes e produtos – o **complexo ativado**. Há, portanto, uma **barreira energética** a ser ultrapassada para que a reação ocorra. Essa barreira é a **energia de ativação**.

Observe, nos diagramas a seguir, exemplos de reação exotérmica (A) e endotérmica (B).



Energia de ativação ( $E_a$ ): diferença de energia entre o complexo ativado e os reagentes.

Note nos diagramas que a energia de ativação corresponde à diferença de energia armazenada nos reagentes e no complexo ativador. Quanto maior for a energia de ativação, mais lenta será a reação, e vice-versa.

## ANEXO II – TRATAMENTO ESTATÍSTICO DOS DADOS

As análises estatísticas são divididas entre estatística descritiva e estatística inferencial.

Geralmente a estatística descritiva é a primeira análise realizada em um estudo quantitativo e tem como principal objetivo resumir, sumarizar e explorar o comportamento dos dados. Isso pode ser feito por meio de tabelas de frequências, e visualização gráfica, e medidas de resumo numérico.

A análise descritiva será aqui omitida pelo fato de a autora já ter realizado e incluído este tópico em sua dissertação. Os questionários utilizados neste estudo, para coleta dos dados, eram compostos por questões objetivas e abertas. Primeiro será analisado as questões objetivas. Na última seção deste relatório, será analisada as questões abertas por meio da técnica de *text mining* (ou mineração de texto), que contempla também descrição e inferência dos dados.

### ESTATÍSTICA INFERENCIAL

A Inferência Estatística é utilizada para fazermos deduções a partir de uma amostra para a população que queremos estudar, ou seja, obteremos informações da população a partir de resultados da amostra colhida.

Os procedimentos básicos de inferência estatística compreendem duas metodologias. Uma é chamada de estimação, na qual usamos o resultado amostral para estimar o valor desconhecido do parâmetro, por exemplo, neste estudo poderíamos estimar o valor do parâmetro da média da idade dos alunos participantes e também a proporção de alunos de cada turma que responderam sim cada item do questionário. A outra é conhecida como teste de hipóteses, em que usamos o resultado amostral para avaliar se uma afirmação sobre o parâmetro (uma hipótese é sustentável ou não, por exemplo, testaremos a hipótese de a classe social influenciar ou não a escolha de uma determinada resposta.

As hipóteses que testamos são:

Hipótese Nula ( $H_0$ ), que é a hipótese a ser testada. Por meio do teste da hipótese tomamos a decisão de rejeitar ou não  $H_0$ . Neste estudo, por convenção, adotaremos o critério de que se o P-valor for maior que 0,05 não rejeitamos  $H_0$ , pois não teremos evidências estatísticas suficientes para rejeitar  $H_0$ . A Hipótese Alternativa



( $H_1$  ou  $H_a$ ), é uma hipótese que, necessariamente difere de  $H_0$ . Caso  $H_0$  for rejeitada, dizemos que a diferença observada foi significativa.

Neste estudo o teste utilizado será o Qui-quadrado de Pearson ( $\chi^2$ ) para testar as seguintes hipóteses:

- $H_0: D = 0$ , a diferença entre as proporções de respostas sim e não é igual a zero.
- $H_a: D > 0$ , a diferença entre as proporções de respostas sim e não é maior que zero. Como queremos verificar se a proporção de sim é significativamente maior que a proporção de “não” fazemos um teste unilateral ( $D > 0$ ).

### Teste Qui-quadrado de Pearson ( $\chi^2$ )

Este teste é útil para verificar se há associação significativa entre duas variáveis qualitativas e se há diferença entre dois tratamentos ou dois métodos aplicados. Neste estudo será aplicado para o segundo caso em que se tem o objetivo de verificar a diferença de proporções de respostas sim para o ensino com analogia. O princípio básico deste método é comparar proporções, isto é, as possíveis divergências entre as frequências observadas e esperadas para um certo evento.

A função densidade da distribuição qui-quadrado é dada por:

$$f(x) = \frac{1}{\left(\frac{k}{2} - 1\right)!} \frac{1}{2^{k/2}} x^{\left(\frac{k}{2}-1\right)} e^{-\frac{x}{2}}, x > 0$$

em que  $k$  é o número de graus de liberdade.

A estatística de teste é dada por:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

A abordagem foi feita da seguinte maneira: foi comparada a proporção de respostas **sim** e **não** para os questionários 1.0, 3.0 e 6.0 sobre analogia para cada tema respondido pelas Turmas. Esta comparação tem o intuito de testar a proporção de respostas favoráveis para o estudo com analogia. Desta forma teremos a conclusão sobre a contribuição da analogia ao ensino de química, segundo a percepção dos alunos participantes do estudo. Também será comparada a última questão objetiva de cada questionário que apresenta opções de escala *likert* (fácil, média e difícil) - neste caso a pergunta é idêntica em todos os questionários.

### Respostas dos questionários relacionados ao ensino com analogia

Abaixo as seis primeiras respostas dadas para as perguntas objetivas do **questionário 1.0**

	p1.1	p1.2	p1.3	p1.4	p1.5	p1.6	p1.7
1	não	sim	não	sim	sim	mais ou menos	sim
2	não	sim	não	sim	sim	mais ou menos	sim
3	não	sim	não	mais ou menos	sim	não	sim
4	sim	sim	não	sim	sim	não	sim
5	não	sim	não	sim	mais ou menos	mais ou menos	sim
6	não	sim	não	sim	mais ou menos	não	sim
	p1,8	p1,9					
1		não fácil					
2		não fácil					
3		não média					
4		mais ou menos fácil					
5		mais ou menos fácil					
6		sim fácil					

E abaixo as seis primeiras respostas dadas para as perguntas objetivas do **questionário 3,0,**

	p3.1	p3.2	p3.3	p3.4	p3.5	p3.6
1	sim	sim	não	sim	sim	não
2	sim	mais ou menos	não	sim	sim	não
3	sim	sim	não	sim	mais ou menos	sim
4	sim	sim	não	sim	sim	mais ou menos
5	não	sim	não	sim	sim	não
6	não	sim	mais ou menos	sim	sim	sim
	p3,7	p3,8	p3,9			
1	mais ou menos	não	média			
2	sim	sim	fácil			
3	sim	não	fácil			
4	sim	não	fácil			

5        sim não média  
 6 mais ou menos    sim média

Abaixo as seis primeiras respostas dadas para as perguntas objetivas do **questionário 6.0**

	p6.1	p6.2	p6.3	p6.4	p6.5	p6.6	p6.7
1	não	mais ou menos	sim	sim	não	mais ou menos	não
2	não	não	não	não	não	não	não
3	não	sim	não	sim	não	não	mais ou menos
4	não	mais ou menos	não	sim	mais ou menos	sim	mais ou menos
5	não	mais ou menos	não	sim	sim	mais ou menos	mais ou menos
6	sim	sim	não	sim	mais ou menos	sim	sim

p6,8    p6,9

1    sim média

2    não média

3    não fácil

4    não média

5    não fácil

6    não fácil

Abaixo resumo sobre a quantidade e proporção de respostas “sim”, “não” e “mais ou menos” para o questionário 1,0,

- Quantidade absoluta

	mais ou menos	não	sim
	45	77	126

- Proporção

	mais ou menos	não	sim
	0,1814516	0,3104839	0,5080645

Abaixo resumo sobre a quantidade e proporção de respostas “sim”, “não” e “mais ou menos” para o questionário 3,0,

- Quantidade absoluta

mais ou menos	não	sim
41	64	111

- Proporção

mais ou menos	não	sim
0,1898148	0,2962963	0,5138889

Abaixo resumo sobre a quantidade e proporção de respostas “sim”, “não” e “mais ou menos” para o questionário 6,0,

- Quantidade absoluta

mais ou menos	não	sim
55	87	114

- 

- Proporção

mais ou menos	não	sim
0,2148438	0,3398438	0,4453125

Agora as respostas dos questionários relacionado ao ensino com livro didático

Abaixo resumo sobre a quantidade e proporção de respostas “sim”, “não” e “mais ou menos” para o questionário 2,0

- Quantidade absoluta

mais ou menos	não	sim
55	61	88

- Proporção

mais ou menos	não	sim
0,2696078	0,2990196	0,4313725

Abaixo resumo sobre a quantidade e proporção de respostas “sim”, “não” e “mais ou menos” para o questionário 4,0

- Quantidade absoluta

mais ou menos	não	sim
37	39	56

- Proporção

mais ou menos	não	sim
0,2803030	0,2954545	0,4242424

Abaixo resumo sobre a quantidade e proporção de respostas “sim”, “não” e “mais ou menos” para o questionário 5,0,

- Quantidade absoluta

mais ou menos	não	sim
52	48	92

- Proporção

mais ou menos	não	sim
0,2708333	0,2500000	0,4791667

### Teste Qui-quadrado ( $\chi^2$ ) para diferença de proporções

#### Condições para ocorrência de uma reação química - questionário 1.0

Para a interpretação adequada do resultado abaixo do teste qui-quadrado ( $\chi^2$ ), alguns termos são importantes esclarecer:

alternative hypothesis: greater

Significa que estamos testando se a diferença entre proporções é  $> 0$ , Vamos chamar  $D$  de diferença entre proporção de resposta “sim” e “não”,

$$H_0: D = 0$$

$$H_a: D > 0$$

prop 1

Refere-se a proporção de respostas “sim”,

prop2

prop 1

Refere-se a proporção de respostas “não”,

95 percent confidence interval:

prop 1



Refere-se ao intervalo de confiança com 95% de confiança para a diferença entre as duas proporções, Se o zero não estiver contido no intervalo significa que a diferença entre as duas proporções é significativa, Significância que também é verificada pelo *p-value*

#### p-value

Probabilidade de encontrarmos valores tão extremos quanto ao teste de diferença entre as proporções, Nos orienta a rejeitarmos ou não a hipótese nula ( $H_0$ ) de igualdade de proporções de respostas “sim” e “não”, Quando for menor que 0,05, temos evidências estatísticas suficientes para rejeitar  $H_0$ , Ou seja, a probabilidade de dizer que a proporção de “sim” é maior que “não” quando de fato não é (cometer o erro do tipo I) é menor que 0,05, uma probabilidade de errar pequena, aceitável por isso rejeitamos a hipótese  $H_0$ ,

#### X-squared

É o resultado da estatística de teste qui-quadrado como definida da seção Estatística inferencial.

#### 2-sample test for equality of proportions with continuity correction

```
data: case1[c(1, 2)] out of total1[c(1, 2)]
X-squared = 19,213, df = 1, p-value = 5,845e-06
alternative hypothesis: greater
95 percent confidence interval:
 0,1223993 1,0000000
sample estimates:
 prop 1  prop 2
0,5080645 0,3104839
```

Como vemos que o p-valor foi menor ( $5,85 \times 10^{-6}$ ) que 0,05, rejeitamos a hipótese de que a proporção de respostas sim é a mesma que a proporção de respostas não, Logo a aceitação da analogia para o questionário 1,0, é positiva,

**Teste Qui-quadrado ( $\chi^2$ ) para diferença de proporções - Uso do diagrama de Linus Pauling - questionário 3.0,**

```
2-sample test for equality of proportions with continuity
correction

data: case2[c(1, 2)] out of total2[c(1, 2)]
X-squared = 20,325, df = 1, p-value = 3,267e-06
alternative hypothesis: greater
95 percent confidence interval:
 0,1371958 1,0000000
sample estimates:
 prop 1  prop 2
0,5138889 0,2962963
```

Como vemos que o p-valor foi menor( $3,267 \times 10^{-6}$ ) que 0,05, rejeitamos a hipótese de que a proporção de respostas sim é a mesma que a proporção de respostas não, Logo a aceitação da analogia para o questionário 3,0, é positiva,

**Teste Qui-quadrado ( $\chi^2$ ) para diferença de proporções - Gráficos de cinética das reações - questionário 6.0**

```
2-sample test for equality of proportions with continuity
correction

data: case3[c(1, 2)] out of total3[c(1, 2)]
X-squared = 5,5368, df = 1, p-value = 0,00931
alternative hypothesis: greater
95 percent confidence interval:
 0,03098223 1,00000000
sample estimates:
 prop 1  prop 2
0,4453125 0,3398438
```

Como vemos que o p-valor foi menor(0,00931) que 0,05, rejeitamos a hipótese de que a proporção de respostas sim é a mesma que a proporção de respostas não, Logo a aceitação da analogia para o questionário 6,0, é positiva,

## Nuvem de palavras

### Questionário 1.0

Abaixo as palavras com associação com as duas mais frequentes,

\$química				
reação	afinidade	contato	partículas	reagentes
0,65	0,53	0,51	0,50	0,49
certo	deve	colisão	energia	certa
0,45	0,38	0,38	0,37	0,36
condições	comparação	dar	haverá	ligação
0,33	0,32	0,32	0,32	0,32
relacionamento	vai	acessórias	colidindo	criando
0,32	0,32	0,32	0,32	0,32
estarem	havendo	ponto	realizada	corretos
0,32	0,32	0,32	0,32	0,32
desencadear	força	locais	efetiva	necessárias
0,32	0,32	0,32	0,32	0,32
quais	realização	ambos	possuir	obrigatórias
0,32	0,32	0,31	0,31	0,30
\$reação				
química	partículas	ocorra	colisão	compatíveis
0,65	0,60	0,59	0,54	0,50
existem	influenciar	outros	unidas	energia
0,50	0,50	0,50	0,50	0,49
local	disso	podem	ser	deve
0,44	0,44	0,44	0,43	0,43
dois	devem	haver	obrigatórias	contato
0,43	0,39	0,39	0,37	0,35
certo	reagentes	condições	afinidade	comparação
0,33	0,33	0,32	0,31	0,31
dar	haverá	ligação	outro	relacionamento
0,31	0,31	0,31	0,31	0,31
vai	aconteça	acordo	ambas	diferença

0,31	0,31	0,31	0,31	0,31
forçado	outra	possível	reciprocidade	tanta
0,31	0,31	0,31	0,31	0,31
acessórias	efetiva	necessárias	quais	realização
0,31	0,31	0,31	0,31	0,31

### Questionário 2.0

Abaixo as palavras com associação com as duas mais frequentes,

\$linguagem					
compreensão	utilizada	formal	fácil	acho	basicamente
0,42	0,39	0,37	0,36	0,36	0,36
correta	deveríamos	habituar-mos	semi	tipo	utilizar
0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36
anterior	aproximava	habitual	quanto	tanto	
0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	
\$reagentes					
contato	condições	química	acessórias	reação	
0,74	0,64	0,60	0,59	0,58	
afinidade	devem	ligações	romper	existentes	
0,53	0,53	0,48	0,48	0,48	
partículas	entrar	ocorra	colisão	deve	
0,44	0,44	0,43	0,42	0,41	
colidir	haver	duas	energia	suficiente	
0,37	0,37	0,36	0,36	0,36	
efetiva	reagente	ocorrer	outras	possuem	
0,35	0,35	0,34	0,34	0,34	
primordiais	semelhanças	outro	sentido	obrigatórias	
0,34	0,34	0,33	0,33	0,33	

### Questionário 3.0

Abaixo as palavras com associação com as duas mais frequentes,

\$analogia					
compreensão	facilita	ter	opinião		
0,27	0,27	0,27	0,27		
\$texto					
bastante	torna	utiliza	utilizada	ajudar	relacionado
0,76	0,76	0,76	0,76	0,65	0,65
compreensão	facilitou	cotidiano			
0,64	0,50	0,37			

#### Questionário .4.0

Abaixo as palavras com associação com as duas mais frequentes,

\$linguagem					
compreensão	média	outros	conseguem	todos	aluno
0,46	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37
assunto	completo	conheça	facilmente	utilizada	boa
0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,36
caso	cotidiano				
0,36	0,36				
\$elétrons					
número	cada	comportar	dentro	distribui	dividem
0,75	0,67	0,63	0,63	0,63	0,63
equivale	limitada	limitado	ordem	seguindo	spdf
0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63
subníveis	subnível	camadas	elemento	existem	quantidade
0,63	0,63	0,60	0,56	0,56	0,56
energia	nível	atômico	distribuir	níveis	assim
0,56	0,46	0,40	0,40	0,40	0,40
átomos	acordo	limite	organizados	presentes	valores
0,40	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39



deve	diagrama	encontram	energéticas	outras	possuem
0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39

### Questionário 5.0

Abaixo as palavras com associação com as duas mais frequentes,

#### \$energia

ativação	exotérmica	endotérmica	reação
0,81	0,77	0,74	0,71
maior	junto	menor	recebe
0,61	0,55	0,54	0,54
diferença	liberação	proporcionais	respectivamente
0,42	0,38	0,38	0,38
acontece	durante	formar	liberando
0,38	0,38	0,38	0,38
rápido	tanto	ativado	complexo
0,38	0,38	0,37	0,37
reagente	produto		
0,36	0,34		

#### \$reação

energia	endotérmica	exotérmica	ativação	menor	rápida
0,71	0,70	0,69	0,60	0,49	0,46

maior	absorvida	aconteceu	decorrer	desta	logo
0,43	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41
parte	perdida	possuem	terminar	contrário	grande
0,41	0,41	0,41	0,41	0,40	0,36
porque	gráfico	lenta			
0,33	0,31	0,31			

### Questionário 6.0

Abaixo as palavras com associação com as duas mais frequentes,

\$energia					
formar	ponto	alto	produto	exotérmica	ativação
0,58	0,58	0,58	0,55	0,51	0,50
pouca	armazenada	captar		endotérmica	termina
0,46	0,46	0,46		0,45	0,43
baixa	liberam	reagentes	começa	muita	grande
0,43	0,43	0,41	0,38	0,38	0,37
precisa	atingir	certa	chegam	conseguir	contém
0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36
formando	máximo	pega	recebem	suficiente	tudo
0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36
chega	embaixo	perdendo	reage	reação	
0,36	0,36	0,36	0,36	0,34	
\$reação					
endotérmica	possui	exotérmica	existe	liberada	tornando
0,63	0,60	0,59	0,49	0,49	0,47
ativação	acumulada	ativado	complexo	baixa	lenta
0,44	0,43	0,41	0,41	0,40	0,35
rápida	gerando	energia			
0,35	0,35	0,34			

### Análise de sentimento das respostas

Para analisar o sentimento dos alunos ao responder as questões abertas, utilizou-se três dicionários, **oplexicon\_v3.0** e **sentiLex\_lem\_PT02**, ambos do pacote **lexiconPT** e o dicionário de sentimentos do **Kaggle**.

Para aproveitar melhor os dicionários, ao invés de utilizá-los separadamente, juntou-se os três dicionários em um único dicionário. O segundo passo foi filtrar as palavras que não indicam um sentimento em relação à marca. Após isto, associou o sentimento à palavra digitada. Para quantificar o sentimento, foi considerado a pontuação **+1** para sentimentos **positivos** e **-1** para sentimentos **negativos**.